



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“Alternativas al uso de bromuro de metilo en el cultivo de *Gypsophila paniculata* L. Var. *Million star*. En el cantón Gualaceo”

Tesis previa a la obtención del título de:

Ingeniera Agrónoma

Autora:

Martha Verónica Coronel Chumbi

Director:

Ing. Fernando Gerardo Bermúdez Ph. D.

Codirector:

Ing. Luis Francisco Serrano Vicuña

Cuenca - Ecuador

2014



RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo buscar alternativas para remplazar al bromuro de metilo en la desinfección del suelo en el cultivo de *Gypsophila paniculata* L. La investigación se realizó en el cantón Gualaceo, provincia del Azuay, en la florícola ISLAPLANTS, con la colaboración de la Universidad de Cuenca, Organización de las Naciones Unidas Para el Desarrollo Industrial (ONUDI), Ministerio de la Producción (MIPRO) y Asociación de Productores y Exportadores de Flores del Ecuador (EXPOFLORES). La investigación se ejecutó en una parcela de 979.60 m², se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Para el Análisis de Varianza (ADEVA), se utilizó el programa INFOSTAT y SPSS 22, la prueba de significancia de Tukey al 5%, los tratamientos realizados son: (químico + micro-organismos); biológicos con la aplicación de micro-organismos al suelo y orgánicos con el sistema de biosolarización. Se evaluaron cuatro variables: 1. Número de malezas a los 30 días del trasplante. 2. Número de plantas muertas a lo largo de ciclo del cultivo. 3. Número de brotes por planta a los 40 días del pinch. 4. Número de tallos totales exportables y calidad en peso total. La alternativa más promisorio resultó ser el tratamiento T0 ((Agrocelhone) + (Ballus, Tricomix, Actimax, Biol)) ya que obtuvo resultados satisfactorios. En el análisis económico se determinó que el tratamiento T5 (2 kg/m² de material vegetal + 0.5 kg/m² de gallinaza) es la alternativa más rentable puesto que tiene menor costo variable con un mayor beneficio neto.

Palabras claves: *GYPSOPHILA PANICULATA* L, BROMURO DE METILO, DESINFECCIÓN DEL SUELO.



ABSTRACT

The project aimed to search for the alternatives to substitute methyl bromide in the soil disinfection for the cultivation of *Gypsophila paniculata* L. The research took place in the province of Azuay, Gualaceo Village, specifically in ISPLANTS flower-growing, with the collaborations of the University of Cuenca, The United Nations Organization (UNIDO), the Ministry of Production (MIPRO) and the Association of Flowers Producers and Exporters from Ecuador (EXPOFLORES). The research was carried out on a plot of 967, 20 sm (square meters). A Randomly Design was applied (RD) with 6 treatments and 4 repetitions. For the Variant Analysis (ADEVA), the INFOSTAT and 22 SPSS program was used and the Turkey's significance test to the 5%; the realized treatments were: (chemical + micro-organisms); biologic applying biological micro-organisms to the soil and the organic ones with the bio-solarization system. Four variables were evaluated: 1. Number of weeds at 30 days of transplantation, 2. Number of dead plants throughout the crop cycle, 3. Number of shoots per plant at 40 days of the pinch, 4. Number of total exportable stems and quality on weight of the stems in total. The most promissory alternative was the T0 treatment ((Agrocelhone) + (Ballus, Tricomix, Actimax, Biol)) because it got satisfactory results. In the economic analysis, it was determined that the treatment T5 (2 kg / m² of plant material + 0.5 kg / m gallinaza) is the most profitable alternative since it has a lower variable cost with a higher net profit.

Keywords: *GYPSOPHILA PANICULATA* L, METHYL BROMIDE, SOIL FUMIGATION.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	III
ÍNDICE DE CUADROS	VII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	IX
ÍNDICE DE ANEXOS.....	X
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. OBJETIVOS.....	5
3.1. Objetivo general.....	5
3.1.1. Objetivos específicos.....	5
3.2. HIPÓTESIS	5
3.2.1. Hipótesis nula	5
3.2.2. Hipótesis alternativa	5
4. MARCO TEÓRICO	6
4.1. La floricultura en Ecuador	6
4.1.1. Producción de flores en el Ecuador	6
4.1.2. Producción nacional	6
4.1.3. Principales flores de exportación en el Ecuador	7
4.2. GYPSOPHILA PANICULATA.....	8
4.2.1. Taxonomía	8
4.2.2. Generalidades	9
4.2.3. Morfología de la planta.....	9
4.2.4. Etapas de desarrollo.....	9
4.2.5. Requerimientos edafo-climáticos.....	10



4.2.6. Labores de cultivo	12
4.2.7. Variedades	18
4.2.8. PLAGAS Y ENFERMEDADES	19
4.2.8.1. PLAGAS	19
4.2.8.2. Enfermedades	24
4.3. Alternativas químicas para la desinfección del suelo	28
4.3.1. Desinfección química	28
4.3.2. Bromuro de metilo	29
4.3.3. Agrocetone	32
4.4. Alternativas biológicas para la desinfección del suelo	34
4.4.1. Hongo Primacide	34
4.4.2. Arthrotrys	35
4.4.3. Carbon Answer	37
4.4.4. Bio-N-Liven Answer	38
4.4.5. Trichoderma	40
4.4.6. Gliocladium virens	42
4.4.7. Tricomix Advantage	44
4.4.8. Ballus	45
4.4.9. Actimax Solubilizador	45
4.4.10. Biol	46
4.5. Alternativas orgánicas en la desinfección del suelo	47
4.5.1. Biofumigación	47
4.5.2. Solarización	48
4.5.3. Biosolarización	49
4.5.3.1. La Gallinaza	49
5. MATERIALES Y MÉTODOS	52
5.1. MATERIALES	52
5.1.1. Materiales físicos	52
5.1.2. Materiales biológicos	52



5.1.3. Materiales químicos	53
5.2. Métodos	53
5.2.1. Área de estudio	53
5.2.2. Descripción del lugar de investigación	54
5.2.3. Características del lugar del experimento	54
5.3. Metodología para la investigación experimental	55
5.3.1. Método utilizado en el campo para la obtención de muestras de suelo y agua para el análisis de: Oomycetes, nematodos; análisis físico y químico del suelo.....	55
5.3.2. Preparación del terreno.....	56
5.3.3. TRATAMIENTO QUÍMICO	57
5.3.3.1. Tratamiento T0: (Agrocelhone) + (Ballus, Tricomix, Actimax, Biol)	57
5.3.4. TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS	61
5.3.4.1. Tratamiento T1: (Ballus, Tricomix, Actimax, Biol).....	61
5.3.4.2. Tratamiento T2: (Agrosolution, Hongo Primacide, <i>Arthrobotrys</i> , Carbon Answer, Bio- N-Liven, <i>Trichoderma</i> , <i>Gliocladium</i>)	64
5.3.5. TRATAMIENTOS ORGANICOS.....	67
5.3.5.1 Tratamiento T3: (5 kg/m ² gallinaza).....	67
5.3.5.2 Tratamiento T4: (7 kg/m ² de material vegetal picado fresco + 3 kg/m ² de gallinaza)	67
5.3.5.3. Tratamiento T5: (2 kg/m ² de material vegetal picado fresco + 0.5 kg/m ² de gallinaza)	67
5.3.6. Manejo del cultivo en todos los tratamientos.....	68
5.4. Metodología para determinar las variables	77
5.4.1. Número de malezas a los 30 días del trasplante.....	77
5.4.2 Número de plantas muertas a lo largo del ciclo del cultivo	78
5.4.3. Número de brotes por planta a los 40 días del pinch.....	78
5.4.4. Número de tallos totales exportables y calidad en peso total.....	79
5.4.4.1. Peso de los tallos cosechados	79
5.4.5. Costo por tratamientos	80
5.5. Factores de estudio.....	80
5.6. Los tratamientos	81



5.7. Diseño experimental	81
5.8. Análisis de variancia (ADEVA)	81
5.9. Análisis estadístico.....	82
5.10. Especificación de la unidad experimental	82
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	83
6.1. Número de malezas por metro cuadrado evaluado a los treinta días del trasplante	83
6.1.1. ADEVA del número de malezas por metro cuadrado	83
6.2. Número de brotes por planta a los 40 días del pinch	86
6.2.1. ADEVA del número de brotes por planta a los 40 días del pinch	86
6.3. Número de plantas muertas a lo largo del ciclo de cultivo.....	88
6.3.1. ADEVA del número de plantas muertas a lo largo del ciclo de cultivo expresado en porcentajes.....	88
6.4. Número total de tallos exportables	90
6.4.1. ADEVA del número total de tallos exportables	90
6.4.2. Peso total de tallos exportables	92
6.4.2.1. ADEVA del peso total de tallos exportables	92
6.4.3. Costo por tratamiento	97
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
7.1. CONCLUSIONES.....	98
7.2. RECOMENDACIONES.....	100
8. BIBLIOGRAFÍA	102
9. ANEXOS	111



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Producción de flores en el Ecuador (ha)	7
Cuadro 2: Producción de flores en el Ecuador por tipo de finca	7
Cuadro 3: Fertilización para suelos con contenido medio de nutrientes	12
Cuadro 4: Calendario de aplicaciones del tratamiento T0 (dosis por cama)	60
Cuadro 5: Calendario de aplicaciones antes del trasplante para el tratamiento T1 (dosis por cama).....	61
Cuadro 6: Calendario de aplicaciones para el ciclo del cultivo en el tratamiento T1 (dosis por cama).....	63
Cuadro 7: Calendario de aplicaciones antes del trasplante para el tratamiento T2 (dosis por cama).....	64
Cuadro 8: Calendario de aplicaciones tratamiento T2 (dosis por cama).....	66
Cuadro 9: Fertilización estándar del cultivo de Gypsophila	71
Cuadro 10: Tratamientos utilizados en la investigación	81
Cuadro 11: Esquema del ADEVA	82
Cuadro 12: ADEVA del número de malezas por metro cuadrado.....	83
Cuadro 13: Prueba de Tukey al 5% del número de malezas por metro cuadrado	84
Cuadro 14: ADEVA del Número de brotes por planta a los 40 días del pinch	86
Cuadro 15: Prueba de Tukey al 5% del número de brotes por planta a los 40 días del pinch	86
Cuadro 16: ADEVA del Porcentaje de mortalidad por tratamiento.....	88
Cuadro 17: Prueba de Tukey al 5% del porcentaje de mortalidad por tratamiento	88
Cuadro 18: ADEVA número total de tallos exportables por tratamiento	90
Cuadro 19: Prueba de Tukey al 5% número total de tallos exportables por tratamiento	90
Cuadro 20: ADEVA del peso total de los tallos exportables por tratamiento	92
Cuadro 21: Prueba de Tukey al 5% del peso total de tallos exportables por tratamiento	93
Cuadro 22: ADEVA del peso promedio de tallo unitario (gr) por tratamiento.....	95
Cuadro 23: Prueba de Tukey al 5% del peso promedio de tallo unitario (gr) por tratamiento	95
Cuadro 24: Total de tallos y sus pesos por tratamiento	96
Cuadro 25: Costo por tratamiento.....	97
Cuadro 26: Total de nematodos antes de la desinfección	126



ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Foto 1: Planta de <i>Gypsophila paniculata</i> L.	8
Foto 2: Lugar de la investigación	53
Foto 3: Muestreo de suelo y agua de riego.....	56
Foto 4: Colocación de cascarilla de arroz y arado del terreno	57
Foto 5: Levantamiento de camas.....	57
Foto 6: Desinfección del suelo tratamiento T0	58
Foto 7: Aplicación del tratamiento T0 a las plantas antes de trasplante	59
Foto 8: Aplicación del tratamiento al suelo	59
Foto 9: Aplicación e incorporación de material fresco y drench al suelo.....	62
Foto 10: Aplicación tratamiento a las plantas antes del trasplante T2	65
Foto 11: Picado y pesado de enmiendas.....	67
Foto 12: Desinfección del suelo en los tratamientos T3, T4 y T5.....	68
Foto 13: Abonadura de fondo en todos los tratamientos	69
Foto 14: Trasplante en todos los tratamientos	69
Foto 15: Riego al cultivo	70
Foto 16: Fertilización al cultivo.....	71
Foto 17: Pinch de las plantas.....	72
Foto 18: Aplicación de Ácido Giberelico	73
Foto 19: Luz artificial al cultivo	73
Foto 20: Tutorio del cultivo.....	74
Foto 21: Desbrote del cultivo	75
Foto 22: Cosecha.....	76
Foto 23: Análisis de CE, pH nitritos y nitratos del suelo	76
Foto 24: Conteo de malezas	77
Foto 25: Conteo de brotes	78
Foto 26: Conteo de tallos exportables	79
Foto 27: Pesado de tallos exportables.....	80



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1: Producción por tipo de flor.....	6
Grafico 2: Consumo de Bromuro de Metilo en Ecuador, 1994 – 2009.....	31
Grafico 3: Número de malezas por metro cuadrado	85
Grafico 4: Número de brotes por planta.....	87
Grafico 5: Porcentaje de mortalidad.....	89
Grafico 6: Número total de tallos exportables por tratamiento	91
Grafico 7: Peso total de tallos exportables por tratamiento.....	94
Grafico 8: Peso promedio de tallo unitario (gr) por tratamiento	96
Grafico 9: Temperatura del suelo en el tratamiento T3 (5 kg/m ² de gallinaza)	111
Grafico 10: Temperatura del suelo en el tratamiento T4 (7 kg/m ² de material vegetal + 3 kg/m ² de gallinaza).....	111
Grafico 11: Temperatura del suelo en el tratamiento T5 (2 kg/m ² de material vegetal + 0.5 kg/m ² de gallinaza).....	112
Grafico 12: Conductividad eléctrica del suelo por tratamiento.	112
Grafico 13: pH del suelo por tratamiento.	113
Grafico 14: Nitritos (NO ₂) del suelo por tratamiento.	113
Grafico 15: Nitratos (NO ₃) del suelo por tratamiento.	114
Grafico 16: Clase textural del suelo	115
Grafico 17: Porcentaje de materia orgánica del suelo en los seis tratamientos	115
Grafico 18: Relación carbono nitrógeno del suelo en todos los tratamientos	116
Grafico 19: pH del suelo en todos los tratamientos.....	117
Grafico 20: Conductividad eléctrica del suelo (dS/m)	118
Grafico 21: Porcentaje de nitrógeno total del suelo en todos los tratamientos	119
Grafico 22: Promedio de fósforo en el suelo	120
Grafico 23: Promedio de potasio en el suelo (meq/100ml)	121
Grafico 24: Calcio en el suelo	122
Grafico 25: Magnesio en el suelo.....	123
Grafico 26: Porcentaje de incidencia de Pythium sp.....	124
Grafico 27: Porcentaje de incidencia de Phytophthora sp	125
Grafico 28: Croquis de los tratamientos.....	127



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Temperaturas alcanzadas en los tratamientos orgánicos (T3, T4 y T5) durante el proceso de biosolarización, las cuales fueron tomadas dos veces al día (10:00 y 15:00).	111
Anexo 2: Medición semanal de conductividad eléctrica del suelo por tratamiento.	112
Anexo 3: Medición semanal de pH del suelo por tratamiento	113
Anexo 4: Medición semanal de Nitritos (NO ₂) del suelo por tratamiento...	113
Anexo 5: Medición semanal de Nitratos (NO ₃) del suelo por tratamiento..	114
Anexo 6: Resultados del Análisis físico químico del suelo.....	114
Anexo 7: Textura del suelo	114
Anexo 8: Porcentaje de materia orgánica del suelo.....	115
Anexo 9: Relación carbono nitrógeno del suelo.....	116
Anexo 10: pH del suelo.....	117
Anexo 11: Conductividad eléctrica del suelo (dS/m).....	118
Anexo 12: Nitrógeno en el suelo.....	119
Anexo 13: Fósforo en el suelo (ppm)	120
Anexo 14: Potasio en el suelo	121
Anexo 15: Calcio en el suelo	122
Anexo 16: Magnesio en el suelo	123
Anexo 17: Análisis de Oomycetes	123
Anexo 18: Porcentaje de incidencia de Pythium sp	124
Anexo 19: Porcentaje de incidencia de Phytophthora sp.....	125
Anexo 20: Análisis nematológico del suelo.....	126
Anexo 21: Análisis nematológico de agua de riego	126
Anexo 22: Diseño de campo.....	127



Yo, **Martha Verónica Coronel Chumbi**, autora de la tesis “**Alternativas al uso de bromuro de metilo en el cultivo de *Gypsophila paniculata* L. Var. *Million star*. En el cantón Gualaceo**”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación, son de mi exclusiva responsabilidad.

Cuenca, Diciembre del 2014

Una firma manuscrita en tinta azul, que parece ser "Martha Verónica Coronel Chumbi".

Martha Verónica Coronel Chumbi
0104500970



Yo, **Martha Verónica Coronel Chumbi**, autora de la tesis “**Alternativas al uso de bromuro de metilo en el cultivo de *Gypsophila paniculata* L. Var. *Million star*. En el cantón Gualaceo**”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de **INGENIERA AGRÓNOMA**. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afectación alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, Diciembre del 2014

Martha Verónica Coronel Chumbi

0104500970



DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres y hermanos porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su amor, apoyo incondicional y son los pilares fundamentales de mi vida.

A mis amigos y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por brindarme la vida, salud, sabiduría y oportunidad de obtener una meta más.

Un agradecimiento especial a los distinguidos ingenieros: Juan Serrano, Fernando Bermúdez, Luis Francisco Serrano, Luis Minchala y Walter Larriva quienes han sido un apoyo incondicional para la culminación de esta investigación.

A la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) por permitirme formar parte de este proyecto de investigación.

También, mis sinceros agradecimientos a la empresa "ISLAPLANTS", por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de crecer como persona y mejorar mis conocimientos, los cuales serán de mucha ayuda en el futuro.

El más sincero agradecimiento a las personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización del presente proyecto de investigación.



CERTIFICACIÓN

El tribunal de tesis de grado certifica que fue aprobada la presente investigación titulada “**Alternativas al uso de bromuro de metilo en el cultivo de *Gypsophila paniculata* L. Var. *Million star*. En el cantón Gualaceo**”, realizada por la señorita **Martha Verónica Coronel Chumbi**.

Ing. Walter Iván Larriva Coronel. M. Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Pedro Rene Zea Dávila. M. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Rolando Enrique Celleri Alvear.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de tesis titulado “**Alternativas al uso de bromuro de metilo en el cultivo de *Gypsophila paniculata* L. Var. *Million star*. En el cantón Gualaceo**”, ha sido correctamente elaborado por la señorita **Martha Verónica Coronel Chumbi**.

Ing. Agrónomo Fernando Gerardo Bermúdez Ph. D.

DIRECTOR DE TESIS.



CERTIFICACIÓN

El delegado del Departamento de Estadística de la Facultad de Ciencias Agropecuarias certifica que la tesis titulada “**Alternativas al uso de bromuro de metilo en el cultivo de *Gypsophila paniculata* L. Var. *Million star*. En el cantón Gualaceo**”, realizada por la señorita **Martha Verónica Coronel Chumbi** ha sido revisada y aprobada.

Ing. Luis Eduardo Minchala Guamán. M. Sc.
DELEGADO DEL DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA



1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador al encontrarse en una zona geográfica ofrece microclimas con buena luminosidad que permite el desarrollo de diferentes tipos de flores de corte, proporcionando características únicas a las flores como: tallos largos, gruesos, y botones grandes con un mayor número de días de vida en el florero. A su vez es uno de los países que ofrece una amplia gama de variedades de flores al mundo, entre ellas están las rosas con más de 300 variedades y la *Gypsophila* que pese al poco tiempo de su cultivo, esta flor ha convertido al país en uno de los principales productores con el mayor número de hectáreas en cultivo. Es así que en la actualidad las flores ecuatorianas están consideradas entre las mejores alrededor del mundo por su calidad y belleza; debido a esto el país ha adquirido gran importancia por su demanda, tanto en el mercado nacional como internacional (PROECUADOR, 2013).

La *Gypsophila* es una flor que se cultiva tradicionalmente a campo abierto o bajo invernadero, la variación de los factores de producción es muy alta ya que el cultivo es susceptible a plagas y enfermedades especialmente aquellas que se presentan en el suelo, lo que ha conllevado al uso indiscriminado de agroquímicos, siendo el bromuro de metilo uno de los mejores desinfectantes del suelo, el mismo que ha obtenido resultados satisfactorios en el control de plagas y enfermedades. Una de las principales consecuencias del uso de este producto, es el deterioro de la Capa de Ozono, la misma que implica un incremento de rayos ultravioleta causando enfermedades al ser humano como cáncer de piel y problemas oculares. Por las razones expuestas, en la presente investigación se buscó alternativas amigables y sostenibles con el medio ambiente y viables de realizar por parte de los productores de la variedad *Gypsophila*.



La importancia de la investigación radica: que en la zona de estudio se encuentran pequeños y medianos productores que poseen plantaciones de *Gypsophila* con un manejo tradicional, donde utilizaban bromuro de metilo en la desinfección del suelo sin asesoramiento técnico, por lo que su uso indiscriminado debe ser eliminado totalmente en el 2015 según el Protocolo de Montreal (Pizano, M. 2010).

El objetivo de la investigación fue evaluar alternativas biológicas, químicas y no químicas al uso de bromuro de metilo en la desinfección del suelo en el cultivo de *Gypsophila paniculata* L.



2. JUSTIFICACIÓN

El bromuro de metilo es un pesticida de amplio espectro; ha sido el químico más utilizado para la desinfección del suelo en agricultura intensiva, debido a sus propiedades como gas fumigante del suelo, para el control de enfermedades, patógenos del suelo, y malezas. Sin embargo, este producto no se retiene en su totalidad en el suelo, sino que entre el 50 y 95% pasa en forma gaseosa a la atmósfera, lo cual contribuye a la destrucción de la Capa de Ozono, incrementando el paso directo de rayos ultravioleta causando problemas de salud al ser humano (Tecnología, 2004). Además, una de las principales desventajas de este producto radica en su alta toxicidad, reduciendo la biodiversidad del suelo y provocando problemas de fitotoxicidad y contaminación al medio ambiente, por lo que se buscó alternativas amigables y sostenibles con el medio ambiente como también viables a realizarse por parte de los productores de *gypsophila*, para remplazar el bromuro de metilo.

En 1990, el Ecuador se adhirió al Protocolo de Montreal para la protección de la Capa de Ozono, comprometiéndose a implementar acciones tendientes a reducir y eliminar el consumo de aquellas sustancias que agotan la Capa de Ozono incluido el bromuro de metilo. El Decreto Ejecutivo No. 3289 de 28 de abril de 1992, publicado en el Registro Oficial No. 930 de 7 de mayo de 1992, se designó al Ministerio de Comercio Exterior Industrialización Pesca y Competitividad (MICIP hoy MIPRO) como entidad Oficial Ejecutora del Protocolo de Montreal en el Ecuador (Exterior, 2012).

En virtud de este acuerdo internacional, los compromisos puntuales de Ecuador consisten en congelar el consumo de bromuro de metilo en el nivel de la línea de base (consumo promedio de los años 1995 a 1998) en los años



2003 y 2004; reducir en un 20% este nivel de consumo en el año 2005 y eliminar el 100% del consumo en el año 2015. Las alternativas al bromuro de metilo recomendadas a Ecuador surgieron de un estudio llevado a cabo por ONUDI del 13 al 15 de Julio de 2011. Dicho estudio incluyó un taller con productores, visitas a campo y reuniones con funcionarios, autoridades, representantes gremiales, proveedores de alternativas, y el importador local de bromuro de metilo (Pizano, 2010).



3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Evaluar alternativas biológicas, químicas y orgánicas al uso de bromuro de metilo en la desinfección del suelo para el cultivo de *Gypsophila paniculata* L.

3.1.1. Objetivos específicos

- Evaluar alternativas biológicas mediante el uso de varias especies de micro-organismos.
- Evaluar alternativas orgánicas como la biodesinfección utilizando el sistema de biosolarización.
- Evaluar alternativas químicas.
- Evaluar los costos por tratamiento

3.2. HIPÓTESIS

3.2.1. Hipótesis nula

Los tratamientos utilizados en la desinfección del suelo no presentan diferencias.

3.2.2. Hipótesis alternativa

Los tratamientos utilizados en la desinfección del suelo si presentan diferencias.

4. MARCO TEÓRICO

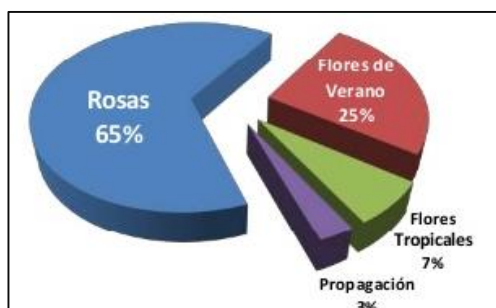
4.1. La floricultura en Ecuador

La floricultura en Ecuador, es una de las actividades que se ha incrementado en los últimos 20 años, llegando en el 2012 ha exportar 714 millones de dólares en un volumen de 117 millones de kg. En el 2011 ha generado 48.000 empleos directos (51% mujeres), 55.000 empleos indirectos con una incidencia en el sector de 420.000 personas, llegando a ser el mayor empleador de la sierra ecuatoriana (EXPOFLORES, 2013).

4.1.1. Producción de flores en el Ecuador

“Ecuador produce el 65% de rosas, las flores de verano el 25%, en cuanto a flores tropicales el 7% y el 3% en propagación” (EXPOFLORES, 2013).

Grafico 1: Producción por tipo de flor



Fuente: EXPOFLORES. 2013

4.1.2. Producción nacional

“Para el año 2012 en el Ecuador habían unas 571 fincas productoras de flores las cuales totalizaban unas 4.000 hectáreas en 13 provincias como: Carchi,



Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, Azuay, Esmeraldas, Santo Domingo de Los Tsáchilas, Guayas, Los Ríos y Santa Elena” (PROECUADOR, 2013)

Cuadro 1: Producción de flores en el Ecuador (ha)

Hectáreas de producción 2012	
Promedio de hectáreas por finca	7.1
Promedio de variedades por hectárea	4.6
Promedio de variedades por finca	57

Fuente: PROECUADOR. 2013

Cuadro 2: Producción de flores en el Ecuador por tipo de finca

Producción de flores por tipo de finca 2012		
Tipo	Participación	Hectáreas promedio
Pequeñas	62%	6.12
Medianas	28%	13.9
Grandes	10%	37.2

Fuente: PROECUADOR. 2013

4.1.3. Principales flores de exportación en el Ecuador

Del total de producción, el Ecuador exporta el 75% de rosas, el 9% de *Gypsophila* (flores de verano), y el 16% otras flores. En cuanto a la exportación en dólares de las rosas y gypsophila se ha tenido un crecimiento promedio positivo del 1.52% y 68.37% anual en el periodo 2008 - 2012. El monto exportado en toneladas de *Gypsophila* creció en el 66.86%. Desde el año 2008 las rosas continúan siendo líderes en el mercado ecuatoriano a pesar de que su participación en las exportaciones florícolas de ciertos años se ha visto reducida (PROECUADOR, 2013). Ecuador actualmente, del total de la

producción nacional de gypsophila, el 20% se exporta a los Estados Unidos, el 20% va a Italia, la misma cantidad llega a Rusia y el resto se envía a Chile, Brasil, Colombia, Panamá y la mayoría de países de la Unión Europea (Solagro, 2014).

4.2. GYPSOPHILA PANICULATA

Foto 1: Planta de *Gypsophila paniculata* L. Var. *Million star*



Fuente: Coronel, V. (2013)

4.2.1. Taxonomía

Reino: Plantae

División: Fanerógama

Clase: Magnoliopsida

Orden: Caryophyllales

Familia: Caryophyllaceae

Género: *Gypsophila*

Especie: *paniculata* L. León, R. (2004).



4.2.2. Generalidades

Gypsophila es una planta de días largos que requiere un mínimo de 12 a 16 horas luz diaria para su crecimiento y floración; esta pertenece a la familia Caryophyllaceae. Comúnmente conocida como: gypso, gasa, fantasía o hálito de bebé. El nombre del género se deriva del latín gypsum que significa: “yeso” y hace referencia a la afinidad de esta planta por los sustratos calcáreos, la cual puede resistir largos períodos de sequía. Esta especie es de hábito perenne, su flor se presenta de formas simples o dobles, son de color blanco aunque existen de color rosa y rojo (Marín, 2002). “La *Gypsophila* es originaria de Europa y norte de Asia” (Arias, 1991).

4.2.3. Morfología de la planta

Esta especie presenta un sistema radicular que está compuesta por varias raíces primarias largas (que llegan a medir 1 m.) y raíces secundarias más cortas, posee tallos semileñosos, son de crecimiento erecto y presentan nudos, las hojas son enteras puntiagudas y opuestas, la flor es de color blanco, la inflorescencia es inicialmente simple luego pasa a una estructura compuesta por una o varias flores terminales (Marín, 2002).

4.2.4. Etapas de desarrollo

González citado por Castro (2012), mencionan que el desarrollo de la *Gypsophila* pasa por cuatro etapas:

1. Vegetativa: 1 a 5 semanas
2. Inducción: 6 a 9 semanas
3. Elongación e iniciación floral: 10 a 12 semanas
4. Formación de la flor y floración: 13 a 18 semanas



4.2.5. Requerimientos edafo-climáticos

➤ **Clima**

“La *Gypsophila* puede ser cultivada durante todo el año. Este cultivo requiere una temperatura diurna de 20°C a 25°C y de 10°C a 15°C de temperatura nocturna” (Arias, 1991). “Una humedad relativa entre un 60 y 80 %. La precipitación anual entre 500 y 2000 mm., con una altitud entre 1500 a 2700 m.s.n.m” (Catucuamba, 2004)

➤ **Suelo**

Esta especie puede ser cultivada en cualquier tipo de suelo; para que la planta logre un buen desarrollo necesita suelos francos, sueltos con buen drenaje y ricos en materia orgánica, un pH entre 6.5 a 7.5. El nivel máximo de salinidad tolerado es de 1.00 a 2.00 mmhos/cm² (Catucuamba, 2004)

➤ **Riego**

El género *Gypsophila* se caracteriza por un requerimiento hídrico bajo; el riego es un factor importante en los primeros días del cultivo, en la primera semana se debe realizar el riego tres veces al día en forma de ducha, a partir de la segunda semana se debe realizar mediante goteo. La cantidad y la forma de aplicación de agua varían de acuerdo a la textura del suelo (Artica, 2011).

➤ **Luz**

La luz es un factor importante en el proceso de crecimiento y desarrollo de la planta. Puesto que la *Gypsophila* es una planta de día largo, esta necesita entre 12 a 16 horas diaria de luz, para poder florecer. Con periodos más cortos



de luz la planta se mantiene en periodo vegetativo por lo que es necesario suplementar con luz artificial en la noche con el fin inducir la floración (Artica, 2011).

Vince Prue citado por Catucuamba (2004) señala que la energía para el fotoperiodo de la *Gypsophila* debe tener de rojos a infrarrojos (600 – 700 nm). Los principales tipos de luz utilizados para la iluminación en la *Gypsophila* son:

- Luz incandescente
- Luz fluorescente
- Luz de sodio, mercurio y cuarzo
- Luz incandescente cíclica

➤ **Fertilización**

Arias, citado por Vintimilla y Quesada (2001) recomiendan que la fertilización se la realice a los quince días de la plantación o poda y se finalice cuando la flor empiece a tomar color, aproximadamente diez días antes de la cosecha. La fertilización va a depender de los análisis foliares y del suelo, así como las experiencias desarrolladas, de modo que los niveles de los diferentes elementos podrán ser superiores o inferiores a los recomendados para suelos con contenido medio de nutrientes. Los niveles de fertilización se determinarán de acuerdo a la etapa de desarrollo en la que la planta se encuentre. Para un suelo con contenido medio de nutrientes se recomienda utilizar la siguiente tabla:

Cuadro 3: Fertilización para suelos con contenido medio de nutrientes

ELEMENTO g/m ² /semana	ETAPAS	
	VEGETATIVA	REPRODUCTIVA
N	2.5 - 3.0	2.0 - 2.5
P ₂ O ₅	1.5 - 2.5	0.5 - 1.0
K ₂ O	2.0 - 2.5	2.0 - 2.5
Mg	0.1 - 0.2	0.1 - 0.2
Fe	0	0
Mn	0 - 0.015	0 - 0.010
Zn	0 - 0.010	0 - 0.005
Cu	0 - 0.010	0 - 0.005
B	0.005 - 0.015	0 - 0.010

Fuente: Vintimilla y Quesada. 2001

4.2.6. Labores de cultivo

➤ Propagación

Uno de los métodos de propagación más utilizado es a partir de esquejes que se obtienen de plantas madres sanas y bien nutridas, cultivadas en condiciones de día corto (menos de 13 horas luz natural). Un esqueje de buena calidad debe tener las siguientes características: tres pares de hojas; 7-10 cm de longitud, tallo de 3-5 cm de diámetro y raíz homogénea. El proceso de enraizamiento tarda de 23-26 días, por lo que se recomienda aplicar una hormona del grupo de auxinas que ayudan a la formación de las raíces; la hormona más utilizada es el ácido indol-butírico (AIB) en dosis de 3000-10.000 ppm, que se disuelve en etanol al 45% (Marín, 2002). “El material de propagación (esquejes enraizados) proviene principalmente de Israel donde es obtenido por cultivo de tejidos” (Arias, 1991).



➤ Preparación de suelo

La *gypsophila* prefiere suelos sueltos, profundos con buen drenaje aunque puede desarrollar bien en diferentes tipos de suelo. Para realizar una buena preparación del suelo se recomienda retirar la maleza del terreno, arar a una profundidad de 50 cm, luego pasar con una rastra para desmenuzar adecuadamente las partículas del suelo y finalmente nivelar el terreno (Artica, 2011).

➤ Desinfección del suelo

Bálsamo (2013), señala que la desinfección de suelos es una práctica que se utiliza en diferentes cultivos con el fin de evitar los efectos que ocasiona las plagas, enfermedades y malezas del suelo. Al realizar esta labor favorece el crecimiento de bacterias benéficas al suelo. Entre las principales plagas que controla la desinfección del suelo son:

- Hongos: *Fusarium*, *Verticillium sp*, *Rhizoctonia solani* y *Pythium sp*.
- Nematodos: *Meloidogyne sp*. *Pratylenchus spp*.
- Insectos
- Malas hierbas anuales.

Artica (2011) manifiesta que “la desinfección del suelo antes del trasplante se puede aplicar algunos métodos como: la solarización, bromuro de metilo y vapor, se puede utilizar métodos químicos, biológicos y no químicos”.



➤ **Levantamiento de camas o platabanda**

Arias citado por Catucuamba (2004), manifiestan que se pueden usar diferentes dimensiones para elaborar camas; la medida más utilizada es de 90 a 100 cm de ancho y el largo según las dimensiones del invernadero, el alto de la cama a unos 25 cm, el ancho de los caminos pueden ser de 40 a 50 cm. Esta actividad se realiza a mano con las herramientas adecuadas, el suelo debe estar a capacidad de campo, se recomienda dejar un metro al inicio de la cama para poder movilizarse.

➤ **Uso de correctivos**

El uso de correctivos como musgo, estiércol o cascarilla de arroz ayuda a mejorar la textura y estructura del suelo. En suelos pesados se recomienda aplicar materia orgánica (5 kg/m^2). Como abono de fondo, aplicar 200 gr/m^2 de superfosfato, el mismo que debe ser incorporado a una profundidad de 40 cm. (Artica, 2011).

➤ **Trasplante**

Esta labor debe realizarse de manera superficial de modo que solo la raíz quede enterrada, con el fin de evitar el desarrollo de enfermedades sobre la corona de la planta. La distancia de trasplante recomendada es de $40 \times 40 \text{ cm}$ (6.5 plantas/m^2) o 225 plantas por camas de 30 m de largo por 1.20 m de ancho (Marín, 2002).

“Un rendimiento esperado en un sistema de producción a campo abierto en una hectárea es de 50.000 plantas x 12 tallos x 2.5 ciclos” (Danziger, s.f.)



“El trasplante se sugiere realizar en dos o cuatro hileras por cama y la distancia entre las plantas dependerá de la densidad de siembra que puede estar entre ochenta mil hasta ciento cuarenta mil plantas por hectárea” (Llivicura, 2013).

“Esta actividad se recomienda realizar en horas frescas del día; para el trasplante las camas deben estar bien niveladas, con una humedad a capacidad de campo” (Catucuamba, 2004).

➤ **Control de malezas**

Esta actividad consiste en la eliminación de malezas lo cual se las efectúa en forma manual o también se puede aplicar herbicidas. El número de veces a realizar un deshierbe manual dependerá la cantidad de malezas que haya en el cultivo. El herbicida recomendado para el cultivo de *Gypsophila* es Oxadiazón a una dosis de 2 cc/l, al usar herbicidas se recomienda aplicar en la segunda semana después de la siembra (Catucuamba, 2004).

➤ **Pinch o despunte**

Arias citado por Vintimilla y Quesada (2001) mencionan que esta labor consiste en la remoción de la yema terminal de los tallos para eliminar la dominancia apical con el fin de promover el desarrollo de brotes laterales, al realizar el despunte se debe tomar en cuenta que el tallo presente de 4 a 5 entrenudos. Esta actividad se realiza entre la quinta y sexta semana y se finaliza en la séptima semana hasta haber pinchado todos los tallos que han inducido.



➤ **Ácido Giberelico (GA)**

El ácido giberelico sustituye la ausencia de temperaturas, favoreciendo a las plantas a pasar de estado vegetativo a estado de inducción. En si las giberelinas estimulan la floración y el alargamiento de los tallos. Se debe tomar en cuenta que el ácido giberelico no hace efecto en las plantas bajo condiciones de días cortos (Artica, 2011).

Arias (1991) manifiesta que la primera aplicación del giberelico generalmente se efectúa en la tercera o cuarta semana después del trasplante y a partir de esta se realiza dos o tres aplicaciones más con un intervalo que varía de acuerdo a la concentración utilizada, entre estas tenemos:

- A una concentración 500 ppm las aplicaciones se realizan cada 15 días.
- A una dosis de 350 o 250 ppm, la aplicación se efectúa cada 10 días.

En la cuarta o quinta aplicación se realiza de manera selectiva a aquellas plantas que presentan retraso en su desarrollo.

➤ **Tutoreo**

Arias, citado por Vintimilla y Quesada (2001) mencionan que esta actividad se realiza cuando la planta alcance una altura de 20 cm, para evitar el acame de las plantas. Esta labor consiste en colocar 10 postes a lo largo y en los extremos de la cama; los postes pueden ser de madera, pambil o guadua. En los postes extremos colocar tiras cruzadas de 110 cm para sujetar el alambre. Luego de ubicar los postes se coloca alambre N° 18 en el extremo de las camas en tres niveles; el primer nivel va a 20 cm de la base, el segundo y el



tercero va 30 cm respectivamente uno de otro. En el segundo nivel se coloca el alambre del medio. Cuando las plantas se encuentren en la décima y doceava semana de edad es necesario colocar piola cada dos metros para evitar que las plantas se viren.

➤ **Encajonado o peinado**

Arias, citado por Vintimilla y Quesada (2001) mencionan que esta labor también se la denomina como encanastado o peinado, dicha actividad se inicia a partir de la octava semana y se finaliza con la cosecha. El encajonado o peinado consiste en acomodar los tallos dentro de los cubículos formados con el alambre con el fin de evitar que los brotes sufran daños mecánicos, esta práctica se realiza con la mano pasando un día.

➤ **Desbrote**

Arias, citado por Vintimilla y Quesada (2001) manifiestan que esta labor consiste en eliminar todos los brotes laterales de los tallos, esta actividad se realiza hasta unos 40 cm de la base del suelo a partir de la novena semana. Dependiendo de la época en que se realizara el pinch se puede realizar hasta tres desbrotes. Piedra, citado por Catucuamba (2004) indican que al realizar el desbrote tiene las siguientes ventajas:

- Mejora la calidad de los tallos (rectos y vigorosos)
- Favorece realizar las aspersiones
- Permite una buena luminosidad
- Mejora la aireación
- Facilita la cosecha



➤ **Cosecha**

Esta actividad se realiza después de 100 o 120 días (3.5-4 meses) cuando el cultivo presente un 40% de floración, esta labor dependerá de la temperatura, la cosecha dura alrededor de 6 a 8 semanas. Los tallos cosechados son colocados en baldes con una solución del 5% de azúcar y ácido cítrico, luego se traslada a una sala que tenga una temperatura de 20°C, la flor permanecen hasta obtener el 80% de floración para ser comercializada (Artica, 2011).

4.2.7. Variedades

Artica (2011) menciona las siguientes variedades de *Gypsophila paniculata*:

➤ ***Bristol fairy***

“Se caracteriza por tener flores pequeñas, semidobles y de color blanco; el clon más conocido es el 80”.

➤ ***Perfecta***

“Es una variedad de flor grande de color blanco, su crecimiento es lento, es muy productiva y más vigorosa”.

➤ ***Million star***

“Esta variedad fue introducida en 1997 por la empresa israelita Danziger. Posee un tallo vigoroso, sus flores son pequeñas semidobles de muy buena duración, su puede producir en invernadero o a la intemperie”.



➤ ***New love***

Variedad introducida en el 2001 para sustituir a la variedad perfecta, su tallo es vigoroso y recto, tiene pocas ramas laterales inferiores y mayor número de flores por tallo, esta variedad es más productiva y tiene una mayor duración que la perfecta.

4.2.8. PLAGAS Y ENFERMEDADES

4.2.8.1. PLAGAS

Baker (1996) cita entre los principales problemas fitosanitarios las siguientes plagas:

➤ **Minador: *Lyriomiza trifolii***

Descripción

Adulto: la mosca adulta son pequeñas de 2.5 mm de largo, es gris oscura con marcas amarillas.

Huevo: son de color blanco, son depositados entre las hojas.

Larva: es de color amarillo casi blanco, crece hasta unos 2 mm; su cabeza es más oscura y posee una estructura bucal a manera de gancho que se encuentra dentro del cuerpo.

Pupa: se forma dentro de la vieja piel de la última larva (pupario), es de color café amarilla miento.



Daño: las poblaciones altas de esta mosca destruyen las hojas y retrasa el crecimiento de las plantas. La presencia de minas causadas por las larvas reduce el valor comercial de plantas y flores cortadas.

Control: *Lyriomiza trifolii* puede desarrollarse sobre hojas infestadas que caen al suelo, en particular si la humedad relativa es alta, por lo cual es importante remover los residuos vegetales para reducir las poblaciones del minador.

➤ **Trips: *Frankliniella occidentalis***

Descripción

Adulto: mide aproximadamente 1 mm de largo y las hembras son más grandes que los machos; su color varía desde amarillo hasta café oscuro y tienen el abdomen más redondeado. El macho es de color amarillo claro y tiene el abdomen más angosto. Las antenas y almohadillas de las alas son las típicas de la mayoría de las especies de trips.

Huevo: son amarillos, normalmente no se observan ya que son depositados dentro de los tejidos de las plantas.

Larvas: se desarrollan en dos estadios y son de color francamente amarillo. Aquellas de segundo estadio se tornan casi blancas antes de mudar.

Pre pupa y pupa: ambas son de color amarillo y se caracterizan por ser estadios quiescentes que no se alimentan.



Daño: los trips son insectos chupadores que se alimentan del contenido celular de las plantas provocando distorsiones y deformaciones tanto en el follaje como en las flores. Las cicatrices formadas por la ovoposición y alimentación dan un aspecto plateado, reduciendo la calidad estética y por ende el valor comercial. Los trips son vectores del Virus de la Marchitez Manchada del tomate y el Virus de Manchas necróticas del Impatiens.

Control: a veces resulta difícil controlar con productos químicos ya que estos se introducen en lugares donde no alcanzan los productos. Se sugiere instalar trampas adhesivas de color azul y amarillo.

➤ **Acaro: Araña roja (*Tetranychus urticae*)**

Descripción

Adulto: Es una araña de dos puntos; el adulto tiene ocho patas puede ser de color verde claro, ámbar verdoso o amarillo.

Huevo: tiene forma esférica, su color varia de transparente e incoloro hasta opaco y de color amarillo pajizo.

Larva: tiene seis patas, al inicio es incoloro y más tarde verde pálida o amarilla.

Ninfa: se parece al adulto excepto por el tamaño, tiene ocho patas y es de color verde pálido a verde pardo.

Daño: Las arañas perforan la epidermis de las hojas y extraen la savia, el follaje al ser extraído la savia pierde sus funciones y adopta un aspecto



clorótico. Si el ataque es severo la planta puede amarillarse, tornarse de color cobrizo o morir del todo.

Control: para el uso de acaricidas foliares hay que tener en cuenta que los mayores ataques se producen en épocas de calor y baja humedad, condiciones que se suelen dar en verano. Los ataques de este ácaro suelen aparecer en focos bien delimitados, por lo que es importante la vigilancia de éstos y si es posible realizar tratamientos localizados a estos focos antes de que se extiendan al resto del cultivo. Si se detecta pronto la infestación por la araña se recomienda realizar un simple riego por aspersión con manguera. También se puede controlar mediante la eliminación de malezas.

Marín (2002) menciona que el agente natural más conocido para el control de la araña roja es el acaro depredador *Phytoseiulus persimilis*, es una especie muy voraz (un individuo puede comer 20 arañas en un periodo de 24 horas).

➤ **Sinfílicos: *Scutigerella immaculata***

Descripción: Son pequeños de color blanco, de cuerpo blando se asemejan a los ciempiés, poseen 12 pares de patas y antenas largas; su ciclo de vida de huevo a adulto dura de tres a cuatro meses y pueden vivir hasta cuatro años, se les puede encontrar hasta en 1.5 m de profundidad.

Síntomas: la planta presenta enanismo, marchitez, pérdida de vigor y toman un color verde oscuro (Pardo, 2011).

Daños: se observan principalmente en las raíces ya que estos insectos se alimentan de la parte tierna de las raíces, de manera que cuando la raíz



cicatrizas produce otras raíces que crecen en forma desordenada produciendo el síntoma de daño conocido como escoba de bruja, además se observa una reducción de pelos absorbentes y como consecuencia detiene el crecimiento de las plantas, si el ataque es severo puede causar pérdidas en la producción (Bayer, 2009).

Control: realizar una buena preparación de suelo para poder controlar la humedad, construir drenajes, eliminar los residuos de la cosecha anterior (García Muñoz & Rodríguez Murillo, 2012).

➤ **Nematodos**

Marín (2002) señala que los nematodos son pequeños gusanos, generalmente se alimentan de las raíces, hay casos en la que se alimentan también de hojas bulbos y tallos, las plantas al ser atacadas por estos gusanos presentan debilitamiento. La *gypsophila* está reportada como hospedera de dos nematodos: *Meloidogyne sp* y *Pratylenchus sp*.

▪ **Nematodo de los nódulos radiculares: *Meloidogyne sp***

Según Marín (2002) menciona que este nematodo es el causante de la formación de nódulos en las raíces, es un endoparásito sedentario. Los síntomas en la planta es marchitamiento. En las raíces presentan nódulos de diferentes tamaños, en su interior se encuentran las hembras son de color blanco perla, depositan los huevos en un saco rodeado de una sustancia gelatinosa. Su ciclo de vida va de 23 a 30 días a temperaturas de 27°C y en 57 días a 20°C. La hembra adulta mide de 1.0 a 1.5 mm de largo y el macho mide de 0.6 a 0.8 mm.



Control: se recomienda aplicar materia orgánica (5-10 toneladas/ha) y yeso natural (3-5 toneladas/ha). Desinfectar las herramientas con frecuencia. Mejorar la calidad de riego. Para un control biológico se puede utilizar el hongo *Paecilomyces lilacinus* este ataca a los huevos eliminando las larvas. Aplicar al suelo extracto de ají o ajo (10 cc/l).

- **Nematodo de lesión: *Pratylenchus sp.***

Estos nematodos son los causantes de la formación de lesiones en las raíces, y a su vez favorecen una infección secundaria permitiendo la entrada de patógenos del suelo, lo cual ayuda a acelerar en el proceso de degeneración y pudrición de las raíces. *Pratylenchus sp.* Es un endoparásito migratorio, su ciclo de vida va de 45 a 65 días. Las hembras depositan los huevos dentro o fuera de la raíz. Las larvas al desarrollarse pasan un tiempo fuera del hospedero, luego ingresan a la raíz donde permanecen el resto de su vida (Marín, 2002).

4.2.8.2. Enfermedades

- ***Rhizoctonia solani***

Esta enfermedad causada por *Rhizoctonia solani* conocida como: Damping off, mal de los almácigos, cancro del cuello, costra negra o podredumbre negra de la raíz, ataca principalmente a plantas jóvenes, a nivel del cuello de la raíz provocando una pudrición de color café, en plántulas produce edemas, las plantas afectadas presentan marchitez. El desarrollo de este hongo es favorecido en suelos sobre capacidad de campo o encharcados a una temperatura entre 15 y 18°C. Para su control se recomienda realizar una buena desinfección al suelo, usar material de propagación certificada,



controlar la cantidad de agua de riego, eliminar plantas infestadas (Marín, 2002).

➤ ***Phytophthora***

Enfermedad también conocida como pudrición de la corona, causada por el hongo *Phytophthora parasítica*, vive en el suelo como parte de la Micota total. La causa principal que activa este patógeno es el encharcamiento, el exceso de agua o por regar demasiado, se desarrolla a altas temperaturas (25 a 30°C) y alta humedad, la planta infestada presenta marchitamiento en las hojas, retraso en el crecimiento, los tallos y las hojas se tornan cloróticas. En los tejidos de la corona aparece una formación suave y acuosa provocando el decaimiento de la misma, este síntoma se produce en 2 o 3 días después de la infección inicial del patógeno (Infoagro, s.f.).

Esta enfermedad afecta tanto a plantas jóvenes como adultas, los daños que provocan a las plantas es pudrición en las raíces, ennegrecimiento de tallos y raíces, en plántulas produce edemas. Para controlar esta enfermedad se recomienda reducir la cantidad agua de riego, realizar drench con *Trichoderma harzianum*, controlar el exceso de sales, prevenir heridas en las raíces y en la base de tallos (Marín, 2002).

➤ ***Pythium sp***

El ahogamiento de las plantas es una enfermedad causada por *Pythium sp*, este hongo se encuentra tanto en el suelo como en el agua, viven como organismos saprofitos sobre restos de plantas y animales muertos, el hongo ingresa por las puntas de las raíces y se propagan en las células jóvenes. Las plantas al ser infestadas presentan lesiones en el tallo, pudriciones en la raíz



y retraso en el crecimiento; al inicio de la infección toma la apariencia de una mancha ennegrecida, la parte infectada se expande con rapidez provocando la muerte de las células por lo que la planta pierde su capacidad de soporte. Si la infección es severa ocasiona la muerte de la planta (Agrios, 2007).

Las pudriciones de plántulas causada por *Pythium sp* es favorecida por temperaturas entre 18° y 24°C, suelos pesados, drenaje deficiente, el ataque de hongos causantes de esta pudrición, semilleros con altas densidades de siembra mantenidos en condiciones de poca luminosidad y excesiva humedad del suelo (FAO, s.f.).

El desarrollo de esta enfermedad es favorecida por suelos pesados, altas temperaturas y heridas en las plantas, las mismas que al ser afectadas presentan marchitez, pudrición de raíces, ennegrecimiento de tallos y raíces y edemas en plántulas. El control se hace mediante la desinfección de suelo, emplear material de propagación certificado libre de enfermedades, realizar drench con *Trichoderma harzianum*, erradicar plantas infestadas, controlar la cantidad de agua de riego y exceso de sales (Marín, 2002). “Para el control de esta enfermedad se puede usar conidios de hongos antagonistas como: *Penicillium oxalicum* y *Gliocladium virens*. Mejorar el drenaje de suelos pesados y circulación de del aire entre las plantas” (Agrios, 2007).

➤ ***Fusarium***

Las plantas infectadas presentan clorosis y marchitez foliar, el desarrollo de esta enfermedad es favorecida por altas temperaturas, suelo ácidos con alto contenido amoniacal. Para el control de esta enfermedad se puede realizar una desinfección al suelo, usar material de propagación certificado, mejorar la



ventilación para preservar el follaje seco y humedad baja, eliminar material vegetal infectado (Marín, 2002).

➤ ***Botrytis cinerea***

Botrytis cinerea conocido como moho gris, es un hongo saprófito que sobrevive en material vegetal en descomposición. Es una de las enfermedades más frecuentes en plantas ornamentales. Esta enfermedad causa pérdidas tanto en el campo como en la poscosecha, para su desarrollo favorece el cambio brusco de temperatura, por alta humedad, presencia de etileno y alto contenido amoniacal. Las plantas infectadas presentan pudrición en la flor luego se cubre de un moho gris. El control se realiza mediante un manejo adecuado de densidad de siembra para favorecer la ventilación para mantener el follaje seco y una humedad baja, también se recomienda rotar funguicidas con diferentes mecanismos de acción (Marín, 2002).

➤ ***Alternaria sp***

Los síntomas que presentan las plantas infectadas son manchas pardas grisáceas, las altas humedades favorecen el desarrollo de esta enfermedad. Para controlar esta enfermedad se recomienda rotar los funguicidas con diferentes mecanismos de acción, mejorar la ventilación para mantener el follaje seco y humedad baja (Marín, 2002).

➤ **Bacterias**

- ***Agrobacterium*:** provoca la agalla de la corona en la base del tallo, la infección se desarrolla a través de heridas. Esta bacteria se disemina por el agua. El control se realiza mediante la desinfección del suelo, usar



material de propagación sano, eliminar plantas infestadas, prevenir heridas en las raíces y en la base de los tallos (Marín, 2002).

- ***Erwinia herbicola*:** El agente causal se ha llegado a identificar un patovar específico llamado *Erwinia herbicola* pv *gypsophilae*. Esta bacteria induce la formación de agallas blandas alargadas en tallos, corona y raíces. La mejor manera de controlar es previniendo al eliminar plantas infectadas, utilizar material de propagación certificado, reducir el volumen de agua de riego, prevenir heridas en las raíces o base de tallos (Marín, 2002).

4.3. Alternativas químicas para la desinfección del suelo

4.3.1. Desinfección química

Según Jiménez, Martineaux y Lagos (s.f) señalan que para la aplicación de productos químicos en la desinfección del suelo se debe tomar en cuenta las recomendaciones que proporcionan cada empresa distribuidora. La temperatura, humedad, textura y preparación del suelo son factores importantes que influyen en el comportamiento de los fumigantes ya que permiten una buena aplicación y su vez ayudan a obtener buenos resultados en el control de patógenos del suelo. Para lo cual es necesario saber las condiciones que proporcionan cada uno de estos factores:

Temperatura: para que haya efecto de los fumigantes la temperatura del suelo debe estar entre 10 y 25°C, para esto se debe tener en cuenta la temperatura en la que se activan los microorganismos, semillas e insectos (> 10°C), ya que a temperaturas superiores a esta pierden sensibilidad, si la temperatura es inferior a los 10°C el proceso se alarga. Si la profundidad del suelo está a 10 cm y su temperatura es mayor a 25°C, los gases se expanden



al exterior con mayor rapidez debido a esto se recomienda realizar un sellado al suelo.

Humedad: para lograr un buen control mediante la gasificación, el suelo debe estar húmedo (capacidad de campo) antes de aplicar los químicos. En cambio en suelos secos no es muy efectiva la aplicación de los químicos ya que su concentración es menor debido a que la gasificación es muy rápida. En suelos muy húmedos la gasificación no es uniforme ya que los poros del suelo están saturados con agua.

Textura y preparación del suelo: en suelos arenosos la gasificación es más efectiva que en suelos pesados o arcillosos ya que estos tienden a ser compactos y su porosidad es menor por lo que dificulta la aplicación de los químicos. Se recomienda eliminar los restos del cultivo anterior. Para lograr una buena desinfección, el suelo debe estar bien mullido a una profundidad de 25 a 35 cm y este sellado por varios días. El sellado puede realizarse con polietileno o con una lámina de agua. Transcurrido el tiempo de desinfección es necesario dejar que se ventile el suelo antes de la siembra con el fin de evitar toxicidad en las plantas.

4.3.2. Bromuro de metilo

➤ Generalidades

“El bromuro de metilo también conocido como bromo metano, monobromometano, o embafume es un compuesto halogenado su fórmula química es CH_3Br , está considerado en la categoría 1 A debido a su alta toxicidad” (EcuRed, s.f.). “Es un gas licuado incoloro e inodoro. Es muy eficaz en fumigación en la agricultura contra malezas, nematodos, parásitos,



insectos, hongos, bacterias, etc. También se utiliza para proteger mercadería almacenada y en la desinfección de depósitos” (Levante, s.f).

➤ **Características básicas del bromuro de metilo:**

- Fórmula química: CH_3Br
- Punto de ebullición: $+ 3.6^\circ \text{C}$
- Densidad del gas: (aire=1) 3.27
- Densidad del líquido: (agua=1) 1.732
- Pureza: 99.5% (Levante, s.f).

➤ **Origen**

El bromuro de metilo se origina de dos maneras: natural y sintético. De forma natural se produce en el océano por algas Laminariales. También es producido por plantas terrestres de género *Brassica sp.* En la industria se hace reaccionando metanol con ácido hidrobromico. En el laboratorio se obtiene añadiendo ácido sulfúrico a una mezcla metanol y bromuro de sodio (se forma bromhídrico), o bien por reacción del bromo con metanol en presencia de fósforo rojo (México, s.f.).

➤ **Efectos sobre el medio ambiente y el ser humano**

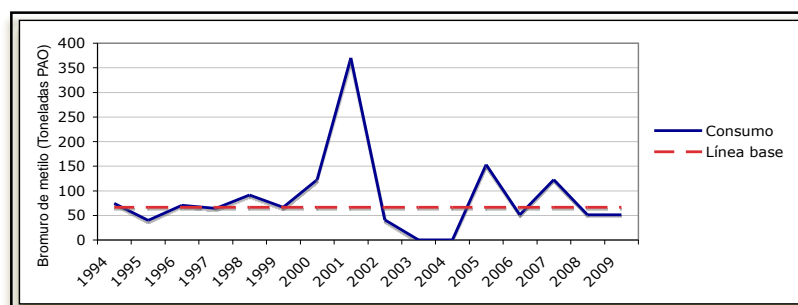
En 1992 el bromuro de metilo fue identificado como uno de los responsables del deterioro de la capa de ozono. La disminución de la misma implica un incremento de las radiaciones ultravioletas de tipo B que llegan a la corteza terrestre. Si aumenta la temperatura de la tierra esto conllevaría a que el hielo que se encuentra en los polos comenzaría a pasar a estado líquido subiendo el nivel del mar. En caso de las plantas se cree una disminución en

la fotosíntesis (Infoagro, s.f). El aumento de las radiaciones es perjudicial para al ser humano ya que aumenta el riesgo de cáncer de piel y la aparición de enfermedades oculares. El bromuro de metilo penetra por los pulmones causando serios problemas, incluso la muerte; ataca el sistema nervioso, provocando mareos, dolor de cabeza, náusea, vómitos, sueño, debilidad y visión borrosa. Al estar en un contacto excesivo puede provocar convulsiones y desmayos e incluso daños irreversibles en el hígado, riñones y pulmones. Según investigaciones también existe la posibilidad de causar cáncer y defectos de nacimiento (Tecnología, 2004).

➤ Consumo de bromuro de metilo en el Ecuador

En Ecuador el consumo promedio de bromuro de metilo reportado en el período 1995 a 1998 fue de 66.2 toneladas. En el 2001 se importaron 369.8 toneladas, con el ánimo de almacenar reservas para los años siguientes, lo que explica el consumo nulo reportado en 2003 – 2004. En 2005 se reportó un consumo de 255 toneladas métricas, lo que puso al país en no cumplimiento con las obligaciones del Protocolo de Montreal, que obligaba a una reducción del 20% del consumo en 2005, con relación a la línea base (Pizano, 2010).

Grafico 2: Consumo de Bromuro de Metilo en Ecuador, 1994 – 2009



Fuente: Pizano. 2010



4.3.3. Agrocelhone

Generalidades: Es un producto fruto de una investigación desarrollada por agroquímicos de Levante S.A iniciada en el año 1996 debido a la prohibición del bromuro de metilo en el Protocolo de Montreal en el año 1992, es una alternativa técnica y económicamente viable desarrollada para la fumigación de suelos como alternativa al Bromuro de Metilo (Levante, s.f).

ECUACELHONE (2014) señala que el agrocelhone está clasificado como toxico (1B), se considera menos peligroso por ser un fumigante líquido y no gas, producto que se emplea en tratamientos del suelos desnudos preparados para la siembra y plantación.

Ingrediente activo: Cloropicrina + 1.3 Dicloropropeno.

Control de patógenos: Actúa contra nematodos (*Meloidogyne sp.*, *Ditylenchus sp*, *Heterodera sp*, *Pratylenchus penetrans*, *Longidorus attenuatus* y *Meloidogyne javanica*, *Aphelenchoides fragariae*, *Xiphinema diversicaudatum*), hongos (*Fusarium sp*, *Phytium sp*, *Rhizoctonia sp*, *Verticillium dahliae* y *Phytophthora sp*), bacterias, insectos y malas hierbas en germinación, parásitos que atacan a la raíz y al cuello de las plantas (cansancio del suelo) (ECUACELHONE, 2014).

Propiedades:

- Densidad relativa: 1.302 Kg/l.
- Concentrado emulsionable (EC).



Composición:

- Dicloropropeno 80.3% (60.8% p/p) p/v.
- Cloropicrina 44% (33.3% p/p) p/v.

Preparación del suelo: el suelo debe estar bien mullido libre de terrones y restos vegetales a una profundidad de 35-40 cm.

Forma de aplicación: se realiza a través del sistema de riego con la ayuda de una bomba inyectora, el suelo debe estar a una humedad de capacidad de campo y luego el suelo debe ser cubierto con plástico de polietileno transparente de 25-35 micras de grosor. Dejar el suelo cubierto por 12-14 días (ECUACELHONE, 2014).

Trabajo pos tratamiento: transcurrido los 12-14 días retirar el plástico, se recomienda realizar 1 o 2 riegos antes de la siembra con el fin de eliminar residuos del producto.

Compatibilidad: Agrocelhone NE no es compatible con otros productos por lo que debe de ser aplicado sólo (ECUACELHONE, 2014).

Degradación Agrocelhone: Durante el proceso de descomposición del agrocelhone este produce nutrientes básicos para el crecimiento de las plantas y para los microorganismos, además incrementa el amoníaco y nitratos. La degradación de la Cloropicrina se da entre los 10-14 días después de la aplicación, este componente con la ayuda de bacterias que se encuentran en el suelo favorecen la degradación del dióxido de carbono de manera rápida, la misma que empieza su efecto dentro de uno o dos días después de su aplicación. Durante este proceso aporta nitrógeno, cloruro y



dióxido de carbono al suelo y a su vez favorece el crecimiento de las mismas bacterias que la descomponen. El promedio de duración de la Cloropicrina es aproximadamente de cuatro días (AGRYTEC, 2011).

4.4. Alternativas biológicas para la desinfección del suelo

“El control biológico: es un método natural para el control de plagas, enfermedades y malezas que consiste en la utilización de microorganismos antagonistas, estos pueden ser parasitoides, predadores o patógenos” (Cano, 2011).

4.4.1. Hongo Primacide

Agroinnovación citado por Romero (2011) mencionan que el Hongo Primacide es un producto biológico a base de tres tipos hongos nematófagos: *Arthrobotrys oligospora*, *Hirsutella rhossiliensis* y *Acremonium butyri*. Estos microorganismos ayudan a mejorar la flora microbiana del suelo es amigable con el ambiente y es una alternativa a los agroquímicos que son muy tóxicos tanto para el humano como a los animales. Es un líquido soluble en agua. La aplicación se realiza en forma de drench a una dosis de 50 cc/l cada 15 días, con un volumen mínimo de 20 000 l/ha.

Camargo (2013) señala que el Hongo Primacide a más de ser hongos nematófagos, la mayoría de estos pueden vivir de manera saprofita en materia orgánica muerta, atacan a hongos microparásitos y colonizan raíces de plantas como endófitos.



Mecanismo de acción: Estos microorganismos tienen la capacidad de atacar, matar y digerir nematodos en los tres estadios (huevo, juvenil y adulto). (Greennovation, s.f.).

- ***Arthrobotrys oligospora*:** Parasito que forma trampas adhesivas como redes, su trampa son anillos constrictores.
- ***Acremonium butyri*:** Este hongo produce enzimas que actúan como ovicidas y tiene la capacidad de degradar los huevos de nematodos.
- ***Hirsutella rhossiliensis*:** Es un hongo endoparásito que produce conidias, penetran en la cutícula del nematodo y a su vez utilizan el contenido interno como alimento y protección. Usan sus esporas adhesivas para infectar nematodos.

4.4.2. Arthrobotrys

Arthrobotrys es un hongo que se encuentran en la materia orgánica en descomposición. Efectivo contra nematodos de los géneros *Radopholus* sp, *Helicotylenchus* sp, *Meloidogyne* sp y *Pratylenchus* sp. Su ingrediente activo son Conidias de *Arthrobotrys oligospora*, no es fitotóxico. (Agroinnovación, 2013).

Mecanismo de acción: según Agroinnovación (2013) señala que estos hongos presentan estructuras circulares, en forma de prolongaciones y ramificaciones finas, que secretan sustancias pegajosas que atrapan nematodos. El hongo penetra en la cutícula del nematodo por la trampa (anillos constrictores) y forma el bulbo de infección dentro del nematodo, a



partir del cual las hifas tróficas crecen dentro del cuerpo y digieren sus contenidos, provocándole la muerte.

Formulación:

- Organismos activos en forma conidiosporas: 32%
- Coadyuvante 68%.

Concentración: 2.5×10^{10} UFC/ g de producto comercial en polvo.

Dosis: 250 g/ha.

Almacenaje y Compatibilidad: según Agroinnovación (2013) reporta que por tratarse de un producto biológico, sus conidias deben ser almacenadas a temperaturas entre 2 a 10°C y por un periodo máximo de hasta 6 meses y no es recomendable mezclar con plaguicidas químicos, especialmente con fungicidas. No es compatible con *Trichoderma*.

Periodo de aplicación: depende del grado de infestación de nematodos fitófagos es alta y el cultivo es susceptible, se recomiendan aplicaciones cada 15 días. Cuando la población está en el rango tolerable de acuerdo al cultivo, se recomienda realizar de 3 a 4 aplicaciones por ciclo (Agroinnovación, 2013).

Restricciones: Evite usar aguas cloradas o con dureza superior a 130 ppm y con altos rangos de pH en el tanque de aplicación (mejor pH 5.5 -7.0).

Todo el equipo usado en la aplicación de productos biológicos, debe ser rigurosamente lavado para evitar efectos negativos de los químicos hacia los biológicos. Las aplicaciones se efectúan al suelo a manera de drench y se debe realizar a primera o última hora del día para lograr un mejor establecimiento del hongo (Agroinnovación, 2013).



4.4.3. Carbon Answer

Según Agroinnovación (2013) menciona que este producto es una mezcla líquida que contiene 14 diferentes fuentes de carbono (glucosa, fructosa, maltosa, dextrosa, dextroglucosa, dextrina, sucrosa) y aproximadamente un 25% de mineral Electrolyte Answer (electrolitos naturales), este producto proporciona una fuente de energía y gelatinización del producto, reduce la cristalización del almidón usando el calor y humedad para romper los enlaces del hidrogeno entre las cadenas de glucosa abriendo las moléculas para el ataque enzimático.

Ingrediente activo: Polisacáridos homogenizados como fructosa cristalina, múltiples sustancias a base de glucosa emulsificadas con varios minerales de materiales húmicos solubles en agua (Agroinnovación, 2013).

Funciones y beneficios: según Agroinnovación (2013) señala que Carbon Answer contiene nutrientes necesarios para la propagación de microorganismos, al mezclar con Bio-N-Liven Answer permiten una alta reproducción de microorganismos que secretan enzimas activas de celulosa, las cuales son capaces de hidrolizar y biodegradar las diferente formas de celulosa y varios tipos de desechos orgánicos incluyendo el compost. Debido a su fuente de carbono con electrolitos disponibles y solubles en agua complementada con la estimulación enzimática de la vida microbiana interviene en las siguientes funciones y beneficios:

- Ayudan a la creación de nuevos suelos fértiles, en la desnitrificación, en el proceso de germinación de semillas y crecimiento.
- Mejoran el contenido de materia orgánica y el desarrollo de raíces y brotes.



- Participan en la síntesis de minerales.
- Descomposición de silicatos.
- Capacidad de eliminar metales pesados.
- Desintoxicación de varios contaminantes.
- Estimulan el metabolismo de las plantas.
- Incrementan la absorción de nutrientes, la tolerancia a la sequía y la productividad de los cultivos.

Dosis de aplicación y su almacenamiento: según Agroinnovación (2013) informa que la aplicación por vía fertirriego es de 2 galones/ha/año y las aplicaciones foliares a 0.5 cc/litro de agua y este producto no debe ser expuesto a los rayos solares, una vez abierto el envase mantener el producto en refrigeración a 4.5°C (40°F).

Recomendaciones: para su efectividad y estimulación en el crecimiento de microorganismos en el suelo se debe mezclar con Bio-N-Liven Answer, es recomendable para suelos pesados, compactados con baja conductividad eléctrica y materia orgánica; no utilizar agua clorinadas, bactericidas y pesticidas tendrán un efecto negativo sobre las enzimas y biota del suelo (Agroinnovación, 2013).

4.4.4. Bio-N-Liven Answer

Bio-N-Liven Answer es un bioestimulante orgánico natural que ayuda a la planta en la absorción y utilización de nutrientes incrementando su metabolismo y estimulando la formación de hormonas como auxinas, giberelinas y citoquininas (Agroinnovación, 2013).



Ingrediente activo: según Agroinnovación (2013) reporta que este producto contiene vitaminas de origen vegetal y animal como enzimas, coenzimas, exoenzima y moléculas inductoras.

Funciones: estimula a varios tipos de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos para dar una mayor eficiencia en la digestión de la materia orgánica. Ayuda en la reproducción de la vida microbiana. Las enzimas, coenzimas, exoenzimas y moléculas inductoras multifactoriales, mejoran el proceso de biodegradación incrementando su velocidad de digestión. Las enzimas precursoras estimulan la reproducción de hormonas naturales de las plantas tales como: auxinas, giberelinas y citoquininas (Agroinnovación, 2013).

Dosis de aplicación y su almacenamiento: según Agroinnovación (2013) reporta que la aplicación vía fertirriego o drench es de 2 galones/hectárea/año y las aplicaciones foliares de 0.5 cc/litro de agua; el producto no debe ser expuesto a los rayos solares, una vez abierto el envase mantener el producto en refrigeración a 4.5°C (40°F).

Recomendaciones: para su efectividad y estimulación en el crecimiento de microorganismos en el suelo se debe mezclar con Bio-N-Liven Answer, es recomendable para suelos pesados, compactados con baja conductividad eléctrica y materia orgánica; no utilizar agua clorinadas, bactericidas y pesticidas tendrán un efecto negativo sobre las enzimas y biota del suelo (Agroinnovación, 2013).



4.4.5. Trichoderma

Según Agroinnovación (2013) *Trichoderma* es un hongo antagonista, efectivo contra hongos fitopatógenos como: *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Verticillium*, *Phytophthora*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*, *Botrytis sp*, *Alternaria sp*, *Monilia sp*, *Corynespora*, *Colletotrichum*, entre otros. No es fitotóxico (Grupo IV).

Ingrediente activo: *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma sp*.

Mecanismo de acción: *Trichoderma* actúa por competencia, micoparasitismo y antibiosis, pudiendo además inducir mecanismos de resistencia, y capacidad para crear un ambiente favorable al desarrollo radical lo que aumenta la tolerancia de la planta al estrés. Cuando el *Trichoderma* reconoce al fitopatógeno orienta sus hifas hacia éste, se enrolla alrededor de las hifas y produce ruptura de las paredes hifales del hongo fitoparásito, lo penetra con sus propias hifas y aprovecha los nutrientes de este y lo rompe. Simultáneamente produce sustancias de tipo antibiótico tal como Tricodermín y Harzianopiridona que causan un efecto de fungistasis sobre el fitopatógeno y enzimas de tipo lítico que son capaces de destruir los esclerocios o estructuras de resistencia del fitopatógeno (Agroinnovación, 2013).

Formulación:

- Ingrediente activo: Conidias de *Trichoderma* 32%
- Coadyuvante 68%

Concentración: 2.5×10^{10} UFC/ g de producto comercial en polvo



Dosis y su almacenaje: según Agroinnovación (2013) informa que por tratarse de un producto biológico, sus conidias deben ser almacenadas a temperaturas entre 2 a 10°C y por un periodo máximo de hasta 6 meses. Su dosis es 250 g/ha, la aplicación se puede realizar al suelo y follaje

Precauciones: No se recomienda mezclar con plaguicidas químicos, especialmente con fungicidas. Debido a su naturaleza específica no tienen efectos dañinos en humanos, aves y mamíferos. No presenta riesgos a humanos, sin embargo si es ingerido se debe inducir al vómito. Si entra en contacto con ojos o la piel se debe lavar con abundante agua. Evite almacenarlo junto con alimentos (Agroinnovación, 2013).

Periodo de aplicación: según Agroinnovación (2013) reporta que si la aplicación es al suelo se la puede realizar a través del sistema de riego por goteo, o en forma de drench en cultivos ya establecidos, al sustrato antes de la siembra, durante el desarrollo de la plántula, en inmersión de plantas antes del trasplante y durante cualquier etapa del cultivo. En aplicaciones al follaje se recomienda añadir un dispersante protectante con el fin de asegurar la viabilidad y germinación de las conidias.

Restricciones: Evite usar aguas cloradas o con dureza superior a 130 ppm como CaCO_3 y con altos rangos de pH en el tanque de aplicación (mejor pH 5.5-7.0). Todo el equipo usado en la aplicación de productos biológicos, debe ser rigurosamente lavado para evitar efectos negativos de los químicos hacia los biológicos. Se recomienda realizar las aplicaciones a primera o última hora del día para lograr un mejor establecimiento del hongo (Agroinnovación, 2013).



4.4.6. Gliocladium virens

Según Agroinnovación (2013) reporta que *Gliocladium virens* es un hongo antagonista, efectivo sobre hongos de los géneros *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Sclerotinia*, *Sclerotium* y otros hongos que su pared celular está compuesta por celulosa y quitina.

Ingrediente activo: *Gliocladium virens*

Mecanismo de acción: *Gliocladium* tiene cuatro mecanismos de acción (antibiosis, micoparasitismo, competencia y exclusión). Cuando las conidias entran en contacto con la humedad se rompen liberando un antibiótico llamado gliotoxina que es muy potente para matar a los hongos, la producción se da en los primeros 8 días disminuyendo en los subsecuentes. Al desarrollar el micelio se convierte en una especie de micro enredadera que ataca el micelio de los hongos patógenos, liberando enzimas (celulasas y quitinasas) que degradan la pared celular del hongo patógeno, matando a este, y alimentándose posteriormente del interior de la célula (Agroinnovación, 2013).

Compatibilidad y su almacenaje: según Agroinnovación (2013) señala que al tratarse de un producto biológico, sus conidias deben ser almacenadas a temperaturas entre 2 a 10°C y por un periodo máximo de hasta 6 meses. Se recomienda no mezclar con plaguicidas químicos, especialmente con fungicidas. Es compatible con *Trichoderma*.

Precauciones: No es fitotóxico (Grupo IV) por lo que no tienen efectos dañinos en humanos, aves y mamíferos. No presenta riesgos a humanos, sin embargo si es ingerido se debe inducir al vómito. Si entra en contacto con ojos



o la piel se debe lavar con abundante agua. Evite almacenarlo junto con alimentos (Agroinnovación, 2013).

Formulación:

- Ingrediente activo: Conidias de *Gliocladium virens* 32%
- Coadyuvante 68%

Concentración: 2.5×10^{10} UFC/ g de producto comercial en polvo

Forma de uso y dosis: Se aplica al suelo en forma de drench, 250 g/ Ha.

Periodo de aplicación: Durante todo el ciclo de cultivo, como preventivo y curativo.

Restricciones: Evite usar aguas cloradas o con dureza superior a 130 ppm como CaCO_3 y con altos rangos de pH en el tanque de aplicación (mejor pH 5.5-7.0) Todo el equipo usado en la aplicación de biológicos, debe ser rigurosamente lavado para evitar efectos negativos de los químicos hacia los biológicos. Hacer aplicaciones a primera o última hora del día para lograr un mejor establecimiento del hongo. La mayoría de los insectos están más expuestos en las horas de la tarde (Agroinnovación, 2013).

Según Domsch, Gams y Anderson (1980) mencionan que *Gliocladium* es un género descrito como un homólogo de *Penicillium*, con conidios viscosos, las colonias son de crecimiento rápido, de color blanco a crema inicialmente y pueden llegar a ser de color rosa o verde oscuro a medida que maduran.



4.4.7. Tricomix Advantage

Según Organics (2013) señala que Tricomix Advantage es un producto líquido de origen biológico compuesto por dos especies nativas de *Trichoderma*. Efectivo contra *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Verticillium*.

Ingrediente activo: *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*.

Composición: tiene una concentración mínima de 1×10^{11} esporas/litro.

Dosis:

- **Dosis alta (inicial):** 12.5 ml por cama de 30 metros con frecuencia semanal, o 25 ml si la aplicación es cada 15 días.
- **Dosis de mantenimiento:** 5 ml por cama de 30 metros con frecuencia semanal o 10 ml si la aplicación es quincenal.
- **Dosis para el control de *Botrytis*:** 5 ml al suelo y 7.5 ml a la parte aérea, dentro de la rotación de productos para el control de *Botrytis*. La frecuencia de las aplicaciones depende de la rotación de finca. Se lo puede realizar semanal o quincenal dependiendo de las necesidades (Organics, 2013).

Mecanismo de acción: Las dos especies de *Trichoderma* poseen mecanismos moleculares que son capaces de identificar hongos fitopatógenos, además son de rápido crecimiento, producen biomoléculas con capacidad antagónica que impide el desarrollo de hongos fitopatógenos y usan otros hongos como fuente de nutrientes. Se ha observado también que junto con el Biol estimula el crecimiento radicular (Organics, 2013).



Requerimientos adicionales: Para potencializar el efecto de la aplicación al suelo, se recomienda realizar enmiendas de materia orgánica (120-200 kg/cama al año), también se recomienda aplicar junto con biol, purines, te de humus o compost. Las dosis varían dependiendo del producto orgánico que se aplique (Organics, 2013).

4.4.8. Ballus

Según Organics (2013) manifiesta que Ballus es un producto líquido de origen biológico a base de varias cepas de bacilos que producen biocompuestos para el control de enfermedades.

Composición: 1×10^{12} células/litro.

Mecanismo de acción: Producen metabolitos para el control de hongos.

4.4.9. Actimax Solubilizador

Actimax Solubilizador es un líquido de origen biológico a base bacterias y hongos que ayudan a descomponer la materia orgánica, proporcionan nutrientes de fácil asimilación para las plantas (Organics, 2013).

Mecanismo de acción: Los microorganismos de Actimax Solubilizador producen varios compuestos principalmente enzimas extracelulares y ácidos orgánicos que actúan en la lenta liberación de nutrientes de la materia orgánica presente en el suelo y en la solubilización de moléculas inorgánicas inmovilizadas (insolubles), haciéndoles disponibles para nutrición de las plantas en forma inmediata. Además este producto ha demostrado ser favorable en la estimulación del sistema radicular. En rosas y flores de verano



se ha demostrado un incremento en el número de basales con diámetros de tallo superiores al promedio general. Debido a lenta liberación de nutrientes los resultados de la aplicación son evidentes a partir de la cuarta a la sexta semana, dependiendo del tipo de cultivo (Organics, 2013).

Composición: bacterias y hongos con características mesofílicas. El producto tiene una concentración de 5×10^{10} a 1×10^{11} unidades formadoras de colonias por litro (ufc/L).

Dosis:

- En rosas y flores de verano: 2 ml por cama de 30 metros con frecuencia semanal o 4 ml cada quince días.
- En cultivos extensivos: 2-4 lit/ha.

Almacenaje: mantener a temperaturas bajas (4°C) por un tiempo máximo de un mes.

Forma de uso:

- Se puede combinar con purines, bioles o ácidos orgánicos
- Realizar la aplicación sobre el suelo húmedo.
- Aplicar mediante el sistema de riego (Organics, 2013).

4.4.10. Biol

Según Organics (2013) señala que el Biol es un fitoestimulante orgánico producto de la descomposición anaeróbica de desechos orgánicos que se obtiene por medio de la filtración o decantación del bioabono.

**Funciones:**

- Estimula el crecimiento de las raíces y desarrollo de las plantas.
- Incrementa la capacidad fotosintética de las plantas.
- Actúa sobre el follaje, floración, enraizamiento y activación de semillas.
- Mejora la producción y calidad de los productos (Sánchez, 2005).

El biol a más de ser un fitoestimulante proporciona los siguientes nutrientes: nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y azufre. El uso de especies vegetales en la elaboración del biol con efectos biosidas como: ajeno, eucalipto, paico, cicuta, ortiga, muña, locoto y tarwi actúan de manera bioplaguicida reduciendo el ataque de plagas y enfermedades. Su aplicación se la realiza mediante una bomba de mochila a una concentración de 5%, en una bomba de 20 litros de capacidad colocar 1 litro de biol y 19 litros de agua. Antes de su aplicación la mezcla debe ser bien homogenizada (Mamani, Chávez, & Ortuño, s.f.).

4.5. Alternativas orgánicas en la desinfección del suelo**4.5.1. Biofumigación**

Bello, et al, citados por Piñera (2011) mencionan que la biofumigación es un proceso de desinfección del suelo que actúa como fumigante basado en la acción de las sustancias tóxicas volátiles procedentes de la descomposición de la materia orgánica incorporada al suelo, este método es eficaz para el control de los patógenos presentes en el mismo. Stapleton; Gamliel citados por Piñera (2011) manifiestan que “este método ayuda mejorar la textura, estructura y la actividad microbiana del suelo”.



La adición de materia orgánica al suelo produce un incremento de microorganismos y estos a su vez obtienen energía de la materia orgánica. Durante el proceso de descomposición de la materia orgánica los microorganismos producen sustancias químicas como: amonio, nitrato, ácido sulfhídrico, ácidos orgánicos lo cual contribuye en el control de patógenos del suelo (Jiménez, Martineaux, & Lagos, s.f.).

4.5.2. Solarización

Katan citado por Piñera (2011) indican que la solarización es un proceso natural de desinfección del suelo producido por el calentamiento del mismo, que al ser cubierto con plástico retiene la radiación solar, durante este proceso la temperatura del suelo alcanza niveles elevados que son letales para hongos, bacterias y malezas (36-50°C). Lacasa, *et al*, citados por Piñera (2011) manifiestan que “este método resulta eficaz dependiendo de la profundidad del suelo, y deja de ser efectivo a partir de 30 cm”.

La eficacia de la solarización para el control de plagas va depender del tiempo, temperatura, humedad y sobre todo se basa en patógenos o malezas que son mesófilos (temperatura óptima de crecimiento de entre 15 y 35°C) puesto que a temperaturas mayores a 37°C es letal para estos organismos. En este proceso, a más de controlar patógenos y malezas, proporciona nutrientes a las plantas tales como: $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, P, Ca y Mg. El fósforo, magnesio, calcio y potasio se han encontrado en mayores cantidades después de la solarización. Mientras que el nitrógeno a una concentración alta se nitrificara después de la solarización proporcionando NO_3 para un mayor crecimiento de las plantas. Los suelos ricos en materia orgánica alcanzan altas temperaturas ayudando en el control de patógenos; por otro lado los suelos



con contenido bajo en materia orgánica, conlleva a que su temperatura sea baja, lo cual favorece la sobrevivencia de la biota del suelo (Irmaileh, s.f.).

4.5.3. Biosolarización

Bello, et al, citados por Piñera (2011) mencionan que la biosolarización es la combinación de la solarización con la biofumigación, lo que constituye en un proceso de desinfección basado en el uso de una cubierta plástica y diferentes enmiendas orgánicas que incrementan la eficacia de la solarización, la cual varía dependiendo de la época en la que se realice. Se diferencia de la solarización en que las necesidades térmicas para que sean efectivas son menores.

Esta técnica ha sido estudiada como alternativa al bromuro de metilo desde 1998, consiste en preparar el suelo, luego colocar abono y realizar un pequeño riego, finalmente cubrirlo con plástico de polietileno, el suelo debe permanecer cubierto entre cuatro a seis semanas; este método se puede realizar en verano debido a que las temperaturas son altas. Durante el proceso la temperatura del suelo alcanza niveles elevados que son letales para muchos hongos, bacterias, nematodos, insectos y malas hierbas, reduciendo la capacidad parasitaria hasta eliminar la enfermedad. Este método ayuda a mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo en el crecimiento y la producción de las plantas (Artero, 2012).

4.5.3.1. La Gallinaza

La gallinaza está compuesta por el estiércol de aves de corral y el material que se usa para las camas, puede ser utilizado como abono o alimento para



ganado por su alto contenido de nitrógeno y fosforo. El nitrógeno se encuentra en un 81%, el fosforo en 88% y el potasio en un 95% (Castells, 2012).

La gallinaza es considerado uno de los fertilizantes más completos ya que contiene carbono, nitrógeno, fosforo y potasio. Siendo el fósforo vital para el metabolismo, mientras que el potasio participa en el equilibrio y absorción del agua y la función osmótica de la célula. Por otro lado, también se encuentra el carbono que es vital para el aprovechamiento del oxígeno y en general los procesos vitales de las células. El valor nutritivo de la gallinaza es mayor que al de otros excrementos de animales, ya que posee proteínas y minerales; la gallinaza es recomendada para el consumo de ganado ya que contiene un alto porcentaje de fibra. Como abono para los cultivos se recomienda aplicar 600 a 700 gr por m², la cantidad a aplicar dependerá si el suelo presenta deficiencia de materia orgánica, lo cual se puede aplicar hasta 1 kg por m² (Paredes, 2012).

Los principales nutrientes que tiene la gallinaza para las plantas son: C, N, P, S, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn, Mo, y Zn; el contenido de nutrientes depende de la edad y el cuidado que se proporcione al animal. La gallinaza para ser de buena calidad debe tener entre 20 y 30% de proteína cruda. Este abono puede aumentar el pH en suelos ácidos y disminuir el mismo en suelos alcalinos (Torres, 2008).



➤ **Composición de estiércol de gallina**

Materia orgánica.....	54.10%
Nitrógeno total.....	2.38%
Fosforo asimilable.....	3.86%
Potasio.....	1.39%
Calcio.....	3.63%
Magnesio.....	0.77% (Sosa, 2005)



5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. MATERIALES

5.1.1. Materiales físicos

- Balanza
- Bomba de aspersión
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Flexómetro
- Fundas de papel y plástico
- Libreta de campo
- Conductímetro
- Plástico PQA, para biosolarización, calibre 1,5 micras
- Probeta
- Tanque de 200 litros
- Termómetro de aguja
- Termómetro de máximos y mínimos
- Tijera de podar

5.1.2. Materiales biológicos

- Actimax Solubilizador
- Agrosolution
- *Arthrobotrys*
- *Trichoderma*
- Ballus
- Bio- N-Liven

- Biol
- Carbon
- Cascarilla de arroz
- *Gliocladium*
- Hongo Primacide
- Material vegetal (restos de cosecha)
- Plantas de *Gypsophila*
- Gallinaza

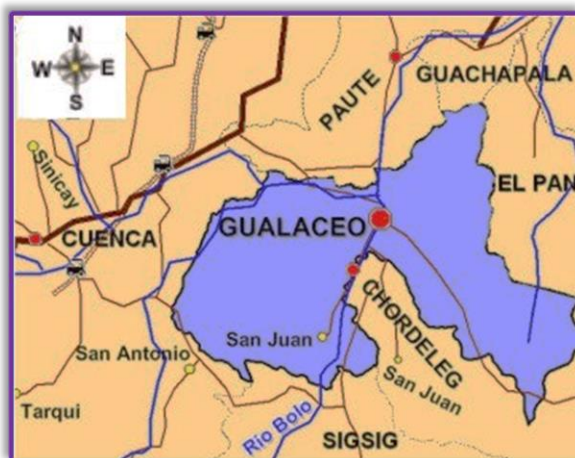
5.1.3. Materiales químicos

- Agrocelhone

5.2. Métodos

5.2.1. Área de estudio

Foto 2: Lugar de la investigación



Fuente: google maps. (2013)



5.2.2. Descripción del lugar de investigación

El presente trabajo investigativo se realizó en el sector El Carmen, parroquia Bullcay, Cantón Gualaceo, a 35 km al este de Cuenca. Este trabajo se dio en una parcela de 979.60 m², pero en la floricultura cada unidad experimental se conoce como camas; y se elaboraron camas tipo talud con las siguientes dimensiones: 90 cm de ancho, 31 m de largo, 30 cm de alto y 40 cm de camino. El tipo de suelo estaba compuesto por Arena en un 46%, Limo en 32% y Arcilla en 22%. (Anexo 7). La variedad de *Gypsophila paniculata* L, que se utilizó en esta investigación fue *Million stars*.

5.2.3. Características del lugar del experimento

a. Hidrografía

El cantón Gualaceo tiene una extensión de 346,5 km², se encuentra ubicado a 35 km al este de Cuenca en la parte nor-oriental de la provincia del Azuay. Limita al norte, el cantón Paute; al este, los cantones El Pan y Gral. Leónidas Plaza Gutiérrez de Morona Santiago; al sur, los cantones Chordeleg y Sígsig; y al oeste con el cantón Cuenca y sus principales ríos son: Santa Bárbara, San Francisco y Shío (Chávez, 2009).

b. Ubicación Geográfica

Latitud: 2.25155 S

Longitud: 78.4624 W

Altitud: 2200 m s.n.m.



c. Clima

Temperatura media: 17⁰C

Pluviosidad media: 767.00 mm/año

Humedad relativa media: 62.9% (Calle, 2012)

d. Actividad económica

“Tradicionalmente la agricultura, ganadería, y la confección de artesanías son las principales actividades de sus habitantes” (Chávez, 2009).

5.3. Metodología para la investigación experimental

5.3.1. Método utilizado en el campo para la obtención de muestras de suelo y agua para el análisis de: Oomycetes, nematodos; análisis físico y químico del suelo.

Es importante anotar que se realizó tres muestreos, y de cada muestreo se obtuvo 2 kg para el análisis de Oomycetes y 1 kg para el análisis físico y químico del suelo. El primer muestreo se realizó antes de preparar el terreno y se sacó 60 submuestras de todo el lote. En los tratamientos biológicos y químico el segundo muestreo (después del tratamiento) se efectuó a las 4 semanas, mientras que en los tratamientos orgánicos se realizó a las 5 semanas. El tercer muestreo (final del ciclo del cultivo) se ejecutó a las 23 semanas del trasplante. Tanto en el segundo y tercer muestreo se sacó 30 submuestras de cada unidad experimental las mismas que fueron mezcladas y finalmente se obtuvo una muestra general respectivamente. Las muestras se tomaron con una pala a 30 cm de profundidad, descartando los dos primeros centímetros. Cada muestra se colocó en una funda plástica, luego

en una funda de papel y finalmente en un cartón con el fin de evitar a ser expuestas a rayos solares y contaminación. Cada una de las muestras fue identificada.

Muestreo de Agua: se obtuvo un litro de agua de riego del cultivo para el análisis de nematodos.

Foto 3: Muestreo de suelo y agua de riego



Fuente: Coronel, V. (2013)

5.3.2. Preparación del terreno

Para la preparación del terreno se procedió a retirar las malezas, las mismas que se encontraban del cultivo anterior. Se realizó el primer muestreo de suelo, luego se colocó 24 m³ de cascarilla de arroz en todo el lote, para finalmente arar el terreno. Con la ayuda de un azadón se realizó la remoción del suelo.

Foto 4: Colocación de cascarilla de arroz y arado del terreno



Fuente: Coronel, V. (2013)

5.3.3. TRATAMIENTO QUÍMICO

5.3.3.1. Tratamiento T0: (Agrocelhone) + (Ballus, Tricomix, Actimax, Biol)

➤ Levantamiento de camas

Luego de haber preparado el terreno, se realizó un riego a capacidad de campo, seguidamente se elaboró 4 camas en talud de 90 cm de ancho, 31 m de largo, 30 cm de alto, ancho de camino 40 cm. Esta actividad se realizó a mano.

Foto 5: Levantamiento de camas



Fuente: Coronel, V. (2013)

➤ **Desinfección del suelo**

Para la desinfección del suelo en este tratamiento se instaló tres mangueras de goteo por cama, seguidamente se dio riego a capacidad de campo, luego se tapó con plástico transparente y finalmente se procedió a desinfectar por el sistema de riego. Se aplicó Agrocelhone a una dosis de 50 g/m² en cama neta que equivale a 5.58 kg en el área experimental de 111.60 m² en 2604 litros de agua. A los 14 días se destapo y se dejó airear por cuatro días.

Foto 6: Desinfección del suelo tratamiento T0



Fuente: Coronel, V. (2013)

➤ **Tratamiento a las plantas antes del trasplante**

Dos días antes de la trasplante se realizó el tratamiento a las plantas y se procedió de la siguiente manera: en 12 litros de agua se colocó Ballus a una dosis de 2.52 ml y Actimax a 0.52 ml. La aplicación se hizo a las 21 bandejas (cada bandeja contenía 98 plantas) mediante una regadera.

Foto 7: Aplicación del tratamiento T0 a las plantas antes de trasplante



Fuente: Coronel, V. (2013)

➤ **Aplicación del tratamiento al suelo**

En este tratamiento se aplicó los siguientes productos: Ballus, Tricomix, Actimax y Biol. Estas aplicaciones se realizaron al suelo semanalmente en forma de drench en 100 litros de agua por cama e iniciaron a partir del trasplante y finalizó en la semana número 22 del cultivo.

Foto 8: Aplicación del tratamiento al suelo



Fuente: Coronel, V. (2013)



Cuadro 4: Calendario de aplicaciones del tratamiento T0 (dosis por cama)

Semana del cultivo	Ballus (ml)	Tricomix (ml)	Actimax (ml)	Biol (ml)
1		50	1.5	200
2	25		1.5	
3		50	1.5	200
4	25		1.5	
5		20	1.5	200
6			1.5	
7		20	1.5	200
8	25		1.5	
9		20	1.5	200
10			1.5	
11		20	1.5	200
12			1.5	
13		10	1.5	200
14	25		1.5	
15		10	1.5	200
16			1.5	
17		10	1.5	200
18	25		1.5	
19		20	1.5	200
20			1.5	
21		20	1.5	200
22	50		1.5	200

Fuente: Organics. (2013)



5.3.4. TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS

5.3.4.1. Tratamiento T1: (Ballus, Tricomix, Actimax, Biol)

➤ Levantamiento de camas

Una vez preparado el terreno se realizó un riego a capacidad de campo, luego se procedió a elaborar 4 camas en talud de 90 cm de ancho, 31 m de largo, 30 cm de alto, ancho de camino 40 cm. Esta actividad se realizó a mano.

➤ Desinfección del suelo

Para la desinfección del suelo en este tratamiento se incorporó 150 kg de material fresco picado por cama y se aplicó los siguientes productos: Ballus, Tricomix, Actimax y Biol, la aplicación se realizó semanalmente al suelo en forma de drench en 100 litros de agua por cama (Cuadro 5).

Cuadro 5: Calendario de aplicaciones antes del trasplante para el tratamiento T1 (dosis por cama)

Semana	Ballus (ml)	Tricomix (ml)	Actimax (ml)	Biol (ml)	Materia Orgánica (kg)
-3	50				150
-2	50				
-1		50	1.5	200	

Fuente: Organics. (2013)

Foto 9: Aplicación e incorporación de material fresco y drench al suelo



Fuente: Coronel, V. (2013)

➤ **Tratamiento a las plantas antes del trasplante**

El tratamiento a las plantas se realizó dos días antes del trasplante y se procedió de la siguiente manera: en 12 litros de agua se colocó Ballus a una dosis de 2.52 ml y Actimax a 0.52 ml, la aplicación se efectuó a las 21 bandejas (cada bandeja de 98 plantas) mediante una regadera.

➤ **Aplicación del tratamiento al suelo**

En este tratamiento se aplicó los siguientes productos: Ballus, Tricomix, Actimax y Biol; las aplicaciones se ejecutaron semanalmente al suelo en forma de drench en 100 litros de agua por cama e iniciaron a partir del trasplante y finalizaron en la semana 22 del cultivo.



Cuadro 6: Calendario de aplicaciones para el ciclo del cultivo en el tratamiento T1 (dosis por cama)

Semana de cultivo	Ballus (ml)	Tricomix (ml)	Actimax (ml)	Biol (ml)
1		50	1.5	200
2	25		1.5	
3		50	1.5	200
4	25		1.5	
5		20	1.5	200
6			1.5	
7		20	1.5	200
8	25		1.5	
9		20	1.5	200
10			1.5	
11		20	1.5	200
12			1.5	
13		10	1.5	200
14	25		1.5	
15		10	1.5	200
16			1.5	
17		10	1.5	200
18	25		1.5	
19		20	1.5	200
20			1.5	
21		20	1.5	200
22	50		1.5	200

Fuente: Organics. (2013)

5.3.4.2. Tratamiento T2: (Agrosolution, Hongo Primacide, *Arthrobotrys*, Carbon Answer, Bio- N-Liven, *Trichoderma*, *Gliocladium*)

➤ Levantamiento de camas

Una vez preparado del terreno se realizó un riego a capacidad de campo, a continuación se elaboró 4 camas en talud de 90 cm de ancho, 31 m de largo, 30 cm de alto, mientras que el ancho del camino fue de 40 cm. También esta actividad se realizó a mano.

➤ Desinfección del suelo

En este tratamiento se incorporó 0.0279 gr de material vegetal fresca y picada por cama. A la semana de haber colocado la materia orgánica, se aplicó los siguientes productos: Agrosolution, Hongo Primacide, *Arthrobotrys*, Carbon y Bio N Liven. Esta aplicación se realizó al suelo en forma de drench en 100 litros de agua por cama (Cuadro 7).

Cuadro 7: Calendario de aplicaciones antes del trasplante para el tratamiento T2 (dosis por cama)

Semana	Producto	Dosis	Unidades
-2	Materia Orgánica	0.0279	gr
-1	Agrosolution	0.0007422	cm ³
-1	Hongo Primacide	22.266	cm ³
-1	<i>Arthrobotrys</i>	3.711E-06	gr
-1	Carbon	37.11	cm ³
-1	Bio N Liven	18.555	cm ³

Fuente: Agroinnovación. (2013)

➤ Tratamiento a las plantas antes del trasplante

Esta actividad se ejecutó un día antes del trasplante y se procedió de la siguiente manera: en 50 litros de agua se mezcló, *Trichoderma* con una dosis de 0.003711 kg y *Gliocladium* a 0.003711 kg, la aplicación se realizó por inmersión durante 30 segundos cada bandeja; con un total de 21 bandejas y cada una de ellas contenía 98 plantas.

Foto 10: Aplicación tratamiento a las plantas antes del trasplante T2



Fuente: Coronel, V. (2013)

➤ Aplicación del tratamiento al suelo

En este tratamiento se aplicaron los siguientes productos: *Trichoderma*, Agrosolution, *Gliocladium*, Hongo Primacide, *Arthrobotrys*, Carbon y Bio N Liven. La aplicación se ejecutó semanalmente al suelo en forma de drench en 100 litros de agua por cama. Dicha actividad se dio inicio a partir de la semana que se realizó el trasplante y se finalizó en la semana 22 (Cuadro 8).

Cuadro 8: Calendario de aplicaciones tratamiento T2 (dosis por cama)

Semana de cultivo	Producto	Dosis	Unidades
1	Trichoderma	1.856	gr
1	Gliocladium	1.856	gr
2	Agrosolution	556.65	cm ³
2	Trichoderma	1.856	gr
3	Gliocladium	1.856	gr
3	Agrosolution	556.65	cm ³
4	Trichoderma	1.856	gr
5	Gliocladium	1.856	gr
6	Agrosolution	556.65	cm ³
6	Trichoderma	1.856	gr
7	Gliocladium	1.856	gr
8	Agrosolution	556.65	cm ³
8	Trichoderma	1.856	gr
9	Gliocladium	1.856	gr
10	Agrosolution	556.65	cm ³
10	Trichoderma	1.856	gr
11	Gliocladium	1.856	gr
12	Agrosolution	556.65	cm ³
12	Trichoderma	1.856	gr
13	Gliocladium	1.856	gr
14	Agrosolution	556.65	cm ³
14	Trichoderma	1.856	gr
15	Gliocladium	1.856	gr
16	Agrosolution	556.65	cm ³
16	Trichoderma	1.856	gr
17	Gliocladium	1.856	gr
18	Agrosolution	556.65	cm ³
18	Trichoderma	1.856	gr
19	Gliocladium	1.856	gr
20	Agrosolution	556.65	cm ³
20	Trichoderma	1.856	gr
21	Agrosolution	742.2	cm ³
21	Hongo primacide	22.266	cm ³
21	Arthrobotrys	3.711	gr
21	Carbon	37.11	cm ³
21	Bio N Liven	18.555	cm ³
22	Gliocladium	1.856	gr

Fuente: Agroinnovación. (2013)

5.3.5. TRATAMIENTOS ORGANICOS

5.3.5.1 Tratamiento T3: (5 kg/m² gallinaza).

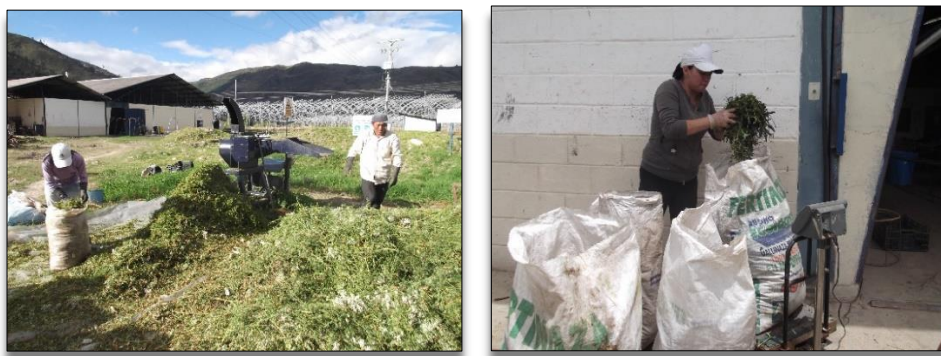
5.3.5.2 Tratamiento T4: (7 kg/m² de material vegetal picado fresco + 3 kg/m² de gallinaza)

5.3.5.3. Tratamiento T5: (2 kg/m² de material vegetal picado fresco + 0.5 kg/m² de gallinaza)

➤ Picado y pesado de enmiendas

El material vegetal se procedió a picar con la ayuda de una picadora. Tanto el material vegetal picado como la gallinaza se pesaron.

Foto 11: Picado y pesado de enmiendas



Fuente: Coronel, V. (2013)

➤ Desinfección de suelo

En la desinfección del suelo en estos tratamientos se aplicó la biosolarización. Una vez preparado el terreno se delimitó cada parcela con una piola,

posteriormente se colocó e incorporo las cantidades correspondientes de material vegetal y gallinaza en cada unidad experimental (cama y camino), luego se dio riego a capacidad de campo y finalmente se tapó con plástico PQA, para biosolarización de calibre de 1.5 micras, durante 4 semanas. El tapado se realizó a cada unidad experimental (cama y camino). Con un termómetro de aguja se midió la temperatura dos veces al día (10:00 y 15:00) de cada unidad experimental durante las 4 semanas (Anexo 1). Transcurrido las cuatro semanas se retiró el plástico, se dio riego a capacidad de campo y se dejó airear por dos días.

Foto 12: Desinfección del suelo en los tratamientos T3, T4 y T5



Fuente: Coronel, V. (2013)

5.3.6. Manejo del cultivo en todos los tratamientos

➤ Abonadura de fondo

Antes de ejecutar esta labor se realizó el segundo muestreo del suelo; luego se colocó e incorporo un saco de humus y compost por cama, seguidamente con la ayuda de un rastrillo se nivelo todas las camas.

Foto 13: Abonadura de fondo en todos los tratamientos



Fuente: Coronel, V. (2013)

➤ **Trasplante**

Para realizar esta labor se dio riego a capacidad de campo, luego se procedió a hacer los hoyos a lo largo de la cama y finalmente se trasplantó. En esta investigación se utilizó 111.540 plantas por hectárea.

Foto 14: Trasplante en todos los tratamientos



Fuente: Coronel, V. (2013)

➤ **Densidad de siembra**

Las plántulas se trasplantaron en cuatro hileras por cama, a una distancia de 20 x 20 cm dando un total de 500 plantas por cama.

➤ **Riego**

Para el riego se instaló tres mangueras de goteo por cama. La distancia entre goteros fue de 20 cm. En las dos primeras semanas del trasplante se realizó el riego mediante ducha dos veces al día; con el fin de evitar la deshidratación de las plántulas, y a partir de la tercera semana se inició el riego por goteo.

Foto 15: Riego al cultivo



Fuente: Coronel, V. (2013)

➤ **Fertilización**

La fertilización se realizó a través del sistema de riego, e inicio a partir de la tercera semana del trasplante y finalizó en la semana número 23 del cultivo.

Cuadro 9: Fertilización estándar del cultivo de *Gypsophila*

ELEMENTOS	ppm
Nitrógeno	120
Fosforo	30
Potasio	150
Calcio	100
Magnesio	50
Hierro	1.2
Manganeso	1
Zinc	0.8
Cobre	0.3
Boro	0.2
Molibdeno	0.1

(Vicuña, 2013)

Foto 16: Fertilización al cultivo



Fuente: Coronel, V. (2013)

➤ Control de malezas

Para el control de malezas se aplicó herbicida a base de Oxadiazón 2 cc/litro. Esta actividad se realizó mediante una bomba de aspersión. En el tratamiento T0 (químico), T1 y T2 (biológicos) se aplicó a las cuatro semanas después del trasplante. La aplicación se efectuó en cama y camino en 15 litros de agua. En los tratamientos T3, T4 y T5 (orgánicos) no se aplicó herbicida alguno. La

deshierba se realizó manualmente a las cinco semanas después del trasplante. Finalmente, se hizo un deshierbe manual en todos los tratamientos a los dos meses después del primer control de malezas.

➤ **Pinch**

Esta labor se ejecutó a los 28 días del trasplante, se realizó a mano eliminando la yema apical del tallo principal.

Foto 17: Pinch de las plantas



Fuente: Coronel, V. (2013)

➤ **Aplicación de Ácido Giberelico (GA3)**

La aplicación se realizó mediante una bomba de aspersión y se efectuó a todas las plantas, cuya labor ayuda a la planta a pasar de estado vegetativo a estado de inducción. Se realizaron dos aplicaciones:

- **GA3 (1):** se ejecutó en la séptima semana del cultivo a una dosis de 350 ppm.
- **GA3 (2):** esta aplicación se realizó en la semana posterior del primer giberelico a una dosis de 300 ppm.

Foto 18: Aplicación de Ácido Giberelico



Fuente: Coronel, V. (2013)

➤ **Luz artificial**

La luz artificial se aplicó por las noches durante 4 horas, e inicio a partir de la séptima semana del cultivo junto con la primera aplicación de ácido giberelico y finalizo en la quinceava semana del cultivo, esta labor se realizó con el fin de que las plantas pasen del estado vegetativo a estado de inducción.

Foto 19: Luz artificial al cultivo



Fuente: Coronel, V. (2013)

➤ **Tutoreo**

Para esta labor se instaló 12 postes de pambil a lo largo y al extremo de cada cama; en los postes extremos se colocaron 3 tiras cruzadas de 90 cm para

sujetar la malla y el alambre. Luego de ubicados los postes se acomodó la malla plástica a 20 cm del suelo, para luego instalar el primer piso de alambre a 40 cm del suelo. El segundo piso se dio a 60 cm del suelo, indicando que en cada piso de alambre se templó 3 hebras; cada dos metros a lo largo de la cama se colocaron cañas de 90 cm de largo por 2 cm de ancho de forma intercalada tanto en la malla como en los dos pisos de alambre; este procedimiento se realizó con el fin de evitar que las plantas se acamen. El alambre que se utilizó fue N° 16, galvanizado y malla plástica de 31 m de largo por 1 m de ancho.

Foto 20: Tutorado del cultivo



Fuente: Coronel, V. (2013)

➤ Encajonado o peinado

Esta labor consistió en acomodar los tallos dentro de la malla y el alambre con el fin de evitar que las plantas sufran daños mecánicos. Para realizar esta labor dependía como se encontraba el cultivo, por lo que se realizó a mano y se inició a partir de octava semana y finalizó con la cosecha.

➤ Desbrote

Esta actividad se realizó hasta unos 40 cm del suelo y se ejecutó en la doceava semana del cultivo. Esta labor consistió en eliminar todos los brotes laterales de los tallos.

Foto 21: Desbrote del cultivo



Fuente: Coronel, V. (2013)

➤ Cosecha

Con la ayuda de una tijera de podar se cortaron los tallos dejando dos a tres entrenudos en la planta. La cosecha se realizó en el punto de corte definido por la finca, dependiendo el número de flores abiertas. De cada unidad experimental se cosechó por separado y se las identificó. Los tallos cosechados se envolvieron en dos mallas para evitar que se rompan y a su vez se colocaron en baldes con solución para evitar deshidratación y ataque de bacterias, finalmente se trasladaron a la sala de apertura.

Foto 22: Cosecha

Fuente: Coronel, V. (2013)

➤ **Análisis de conductividad eléctrica, pH, nitritos y nitratos**

Esta actividad se realizó cada semana e inició en la semana 11 del cultivo y finalizó en la semana 23. Cada semana se tomó una muestra de suelo de cada cama para medir el pH, la conductividad eléctrica, los nitritos y nitratos. Las muestras se secaron al ambiente, posteriormente se pulverizaron y se mezcló dos partes de agua destilada con una parte de suelo, se agitaron las muestras, y se dejó a que se sedimente por 24 horas. Transcurrido ese tiempo se tomó el líquido sobrenadante y finalmente se midió mediante el conductímetro, cintas de pH, nitritos y nitratos (Anexo 2, 3, 4, 5).

Foto 23: Análisis de CE, pH nitritos y nitratos del suelo

Fuente: Coronel, V. (2013)

5.4. Metodología para determinar las variables

Para obtener el tamaño de muestra en las variables de número de malezas y el número de brotes por planta se trabajó con un 6.5% de margen de error, un nivel de confianza del 95% en un tamaño de población de 2028 plantas por tratamiento, con una distribución estándar del 50%, en la que se obtuvo una muestra recomendada de 205 plantas por tratamiento. Mientras que en las variables: número de plantas muertas, número de tallos totales y calidad en peso se trabajó con un margen de error al 0% ya que se utilizó toda la unidad experimental.

5.4.1. Número de malezas a los 30 días del trasplante

Se determinó dos áreas al azar de un metro m^2 cada una, por unidad experimental, el conteo del número de malezas se realizó a los 30 días del trasplante y se expresó en número de malezas por m^2 .

Foto 24: Conteo de malezas



Fuente: Coronel, V. (2013)

5.4.2 Número de plantas muertas a lo largo del ciclo del cultivo

Esta variable se expresó en porcentaje. El número de plantas muertas se cuantificó de cada unidad experimental durante todo el ciclo del cultivo. El porcentaje de mortalidad por tratamiento se determinó con la siguiente formula:

$$\% \text{ de mortalidad} = \frac{\# \text{ de plantas muertas}}{\# \text{ total de plantas tras plantadas}} \times 100$$

5.4.3. Número de brotes por planta a los 40 días del pinch

De las dos áreas seleccionadas de cada unidad experimental, se obtuvo 52 plantas las mismas que se hizo el conteo de número de brotes por planta, esta actividad se realizó a los 40 días después del pinch. Se promedió los resultados y se expresó en número de brotes por planta en cada unidad experimental.

Foto 25: Conteo de brotes



Fuente: Coronel, V. (2013)

5.4.4. Número de tallos totales exportables y calidad en peso total

Todos los tallos cosechados se contabilizaron de cada unidad experimental y su valor se expresa en número de tallos total cosechados exportados.

Foto 26: Conteo de tallos exportables



Fuente: Coronel, V. (2013)

5.4.4.1. Peso de los tallos cosechados

Los tallos cosechados se trasladaron a la sala de apertura, donde se procedió al deshoje; con la ayuda de una balanza electrónica se pesaron todos los tallos cosechados de cada unidad experimental. Se obtuvo un peso total de tallos exportados por unidad experimental en gramos.

Foto 27: Pesado de tallos exportables



Fuente: Coronel, V. (2013)

5.4.5. Costo por tratamientos

Para el análisis económico se procedió de acuerdo al protocolo establecido por Perrin *et al.* (1981), tomando en cuenta solo el costo del tratamiento de la desinfección del suelo ya que el costo de las labores culturales del cultivo serán las mismas para todos los tratamientos. Además se consideró en el análisis económico el costo del tratamiento con respecto al peso de tallos exportables por cada alternativa.

5.5. Factores de estudio

La investigación tiene como factores de estudio la desinfección del suelo para sustituir al bromuro de metilo.



5.6. Los tratamientos

Cuadro 10: Tratamientos utilizados en la investigación

TRATAMIENTOS		
QUÍMICO	T0	((Agrocelhone) + (Ballus, Tricomix, Actimax, Biol))
BIOLÓGICOS	T1	(Ballus, Tricomix, Actimax, Biol)
	T2	(Agrosolution, Hongo Primacide, <i>Arthrobotrys</i> , Carbon Answer, Bio- N-Liven, <i>Trichoderma</i> , <i>Gliocladium</i>)
ORGÁNICOS	T3	(5 kg/m ² gallinaza, cubierto con plástico por 4 semanas)
	T4	(7 kg/m ² de material vegetal + 3 kg/m ² gallinaza, cubierto con plástico por 4 semanas)
	T5	(2 kg/m ² de material vegetal + 0,5 kg/m ² gallinaza + cubierto con plástico por 4 semanas)

5.7. Diseño experimental

Los tratamientos estuvieron distribuidos en un Diseño Completamente al Azar (DCA); con 6 tratamientos y 4 repeticiones (Anexo 22).

5.8. Análisis de variancia (ADEVA)

Los resultados fueron sometidos al Análisis de Variancia (ADEVA) de acuerdo al siguiente modelo:

**Cuadro 11:** Esquema del ADEVA

F. de .V	Grados de libertad
Total	23
Tratamientos	5
Error Exp.	18

$$CV = \frac{\sqrt{CM\ E.Exp.}}{\bar{x}} * 100$$

5.9. Análisis estadístico

Para los cálculos de datos se utilizó los programas estadísticos INFOSTAT y SPSS 22. En los análisis de los resultados se utilizó la prueba de significación de TUKEY al 5%.

5.10. Especificación de la unidad experimental

En el lote que se llevó a cabo la investigación estaba constituido por 24 unidades experimentales, con las siguientes dimensiones: 90 cm de ancho, 31 m de largo, 30 cm de alto, y el ancho de camino 40 cm, con un total de 507 plantas por cama. En esta investigación se utilizó la *Gypsophila paniculata* L. Variedad: *Million star*.

Área neta de cama: 27.90 m² (31m x 0.90m)

Área neta de camino: 12.40 m² (31m x 0.40m)

Área total de la parcela: 979.60 m²



6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados en el campo: Los datos registrados durante la presente investigación se sometieron a los análisis estadísticos correspondientes, el diseño experimental que se utilizó fue un DCA con seis tratamientos y cuatro repeticiones, en el que se aplicó la prueba de significación de TUKEY al 5% en las variables.

6.1. Número de malezas por metro cuadrado evaluado a los treinta días del trasplante

6.1.1. ADEVA del número de malezas por metro cuadrado

Cuadro 12: ADEVA del número de malezas por metro cuadrado

FV	GI	SC	CM	F	P-VALOR
Total	23	32.36			
Tratamiento	5	31.98	6.40	306.06	0.0001
Error	18	0.38	0.02		
CV= 3,19%					

Luego de realizado el Análisis de Varianza (ADEVA) se determinó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$) en la variable del número total de malezas por metro cuadrado evaluado a los 30 días después del trasplante. El Coeficiente de Variación de 3.19% evidencia una aceptable variación en el manejo del experimento.



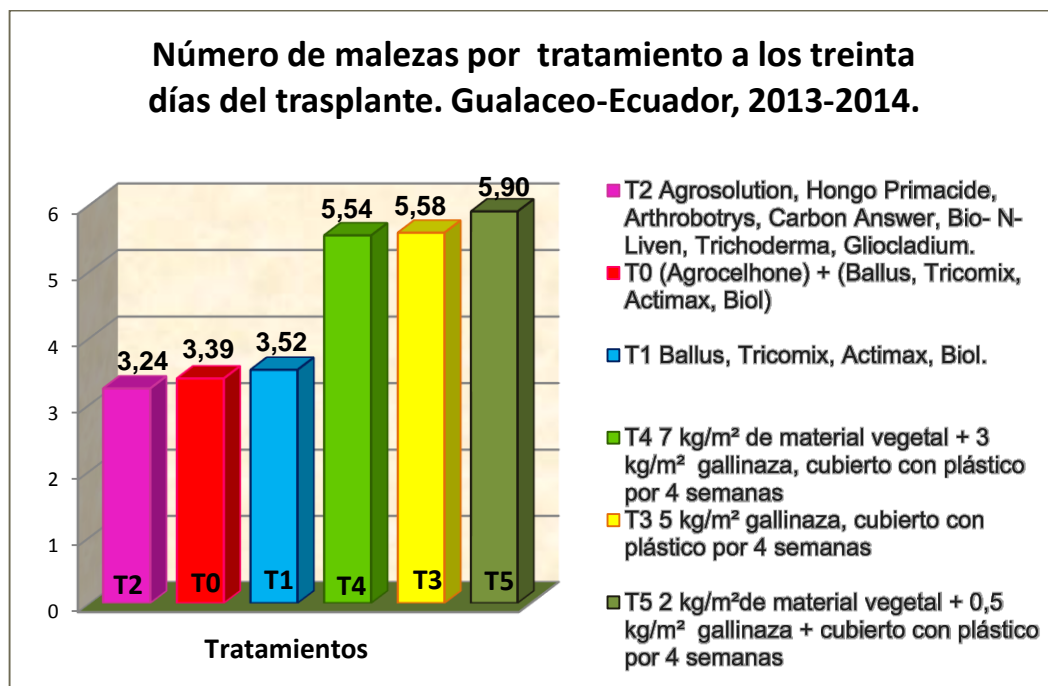
Prueba de Tukey al 5%

Cuadro 13: Prueba de Tukey al 5% del número de malezas por metro cuadrado

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS		
T2	Agrosolution, Hongo Primacide, <i>Arthrobotrys</i> , Carbon Answer, Bio- N-Liven, <i>Trichoderma</i> , <i>Gliocladium</i>	3.24	a		
T0	(Agrocelhone) + (Ballus, Tricomix, Actimax, Biol)	3.39	a		
T1	Ballus, Tricomix, Actimax, Biol	3.52	a		
T4	7 kg/m ² de material vegetal + 3 kg/m ² gallinaza, cubierto con plástico por 4 semanas	5.54		b	
T3	5 kg/m ² gallinaza, cubierto con plástico por 4 semanas	5.58		b	
T5	2 kg/m ² de material vegetal + 0,5 kg/m ² gallinaza + cubierto con plástico por 4 semanas	5.90			c

Realizada la prueba de Tukey al 5% se obtuvo tres rangos que se clasificaron como (a, b y c). En el rango **a** se involucra los siguientes tratamientos: T2 con 3.24 malezas; T0 con 3.39 malezas y T1 con 3.52 malezas, mostrando un menor número de malezas. En el rango **b** se ubican los tratamientos: T4 con 5.54 malezas y T3 con 5.58 malezas. Mientras que el T5 presentó un mayor número de malezas con 5.90 malezas ubicándose en el rango **c**.

Grafico 3: Número de malezas por metro cuadrado



El menor número de malezas se presentaron en los tratamientos T0, T1, y T2 debido a que en ellos se aplicó herbicida a base de Oxadiazón a 2 cc/l de forma preventiva, en el caso del T0 es el manejo que la finca da en forma habitual, en cuanto a los tratamientos T1 y T2 los proveedores las empresas: Bioseb Organics y Agroinnovación, indican que se debe aplicar herbicida ya que sus tratamientos de desinfección de suelos no proveen un efecto sobre el control de malezas. Mientras que en los tratamientos T3, T4 y T5 presentaron un mayor número de malezas ya que el proceso de biosolarización no alcanzó las temperaturas necesarias como se puede observar en el (Anexo 1). Katan citado por Piñera. (2011) indican que durante este proceso alcanza niveles entre 36-50°C que son letales para las malezas.

6.2. Número de brotes por planta a los 40 días del pinch

6.2.1. ADEVA del número de brotes por planta a los 40 días del pinch

Cuadro 14: ADEVA del Número de brotes por planta a los 40 días del pinch

FV	GI	SC	CM	F	P-VALOR
Total	23	14.99			
Tratamiento	5	12.13	2.43	15.28	0.0001
Error	18	2.86	0.16		
CV= 6.87%					

De acuerdo al Análisis de Varianza (ADEVA), se observa que el número de brotes por planta evaluado a los 40 días del pinch tuvo diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). El Coeficiente de Variación de 6.87% indica que existe un orden satisfactorio de control en el experimento.

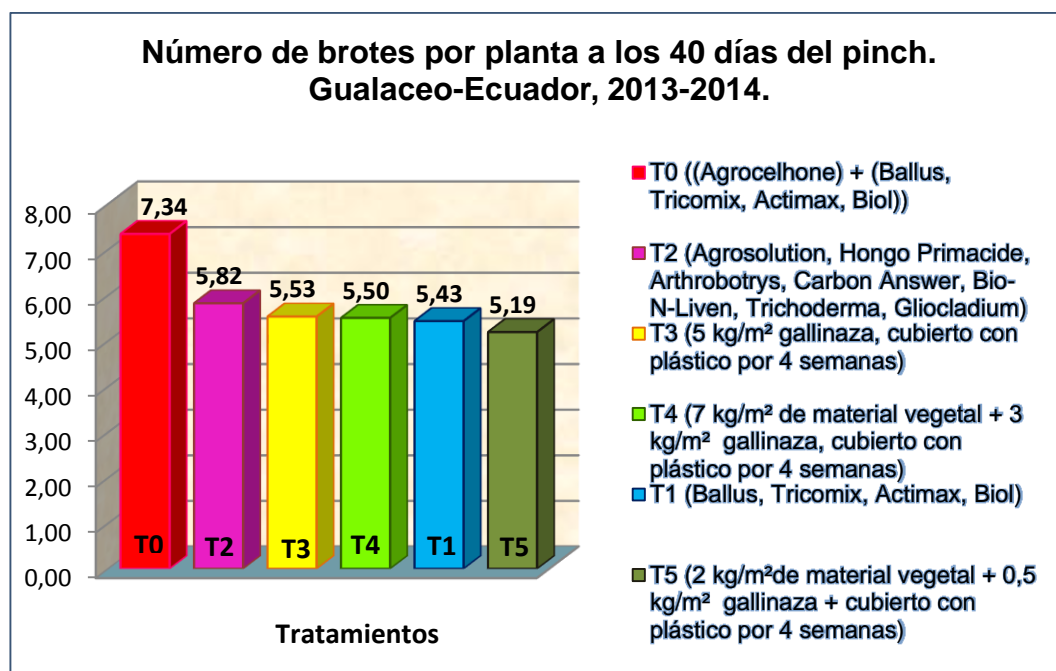
Prueba de Tukey al 5%

Cuadro 15: Prueba de Tukey al 5% del número de brotes por planta a los 40 días del pinch

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS	
T0	(Agrocelhone) + (Ballus, Tricomix, Actimax, Biol)	7.34	a	
T2	Agrosolution, Hongo Primacide, <i>Arthrobotrys</i> , Carbon Answer, Bio- N-Liven, <i>Trichoderma</i> , <i>Gliocladium</i>	5.82		b
T3	5 kg/m ² gallinaza, cubierto con plástico por 4 semanas	5.53		b
T4	7 kg/m ² de material vegetal + 3 kg/m ² gallinaza, cubierto con plástico por 4 semanas	5.50		b
T1	Ballus, Tricomix, Actimax, Biol	5.43		b
T5	2 kg/m ² de material vegetal + 0.5 kg/m ² gallinaza + cubierto con plástico por 4 semanas	5.19		b

Realizada la prueba de Tukey al 5% se determinó dos rangos (a y b), en el **a** se ubica el tratamiento T0 el cual presenta un mayor número de brotes por planta con un valor de 7.34 brotes. En el rango **b** se ubican los tratamientos: T2 con 5.82 brotes; T3 con 5.53 brotes; T4 con 5.50 brotes y T5 con 5.19 brotes por planta.

Grafico 4: Número de brotes por planta



Se observa en todos los tratamientos que el número de brotes por planta está definido por el pinch, actividad que se realiza entre la quinta y sexta semana del cultivo según lo reporta Arias citado por Vintimilla y Quesada. (2001). Obteniendo el mejor resultado el tratamiento T0 con 7.34 brotes por planta. Agrocelhone durante su descomposición produce nutrientes básicos para el crecimiento de las plantas según lo reporta AGRYTEC. (2011).



6.3. Número de plantas muertas a lo largo del ciclo de cultivo

6.3.1. ADEVA del número de plantas muertas a lo largo del ciclo de cultivo expresado en porcentajes

Cuadro 16: ADEVA del Porcentaje de mortalidad por tratamiento

FV	GI	SC	CM	F	P-VALOR
Total	23	10.09			
Tratamiento	5	6.11	1.22	5.54	0.0029
Error	18	3.97	0.22		
CV= 19,99%					

Del Análisis de Varianza (ADEVA) de la variable del porcentaje de mortalidad evaluado a lo largo del ciclo del cultivo se determinó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). El Coeficiente de Variación de 19.99% indica que existió una variación aceptable en el manejo del experimento.

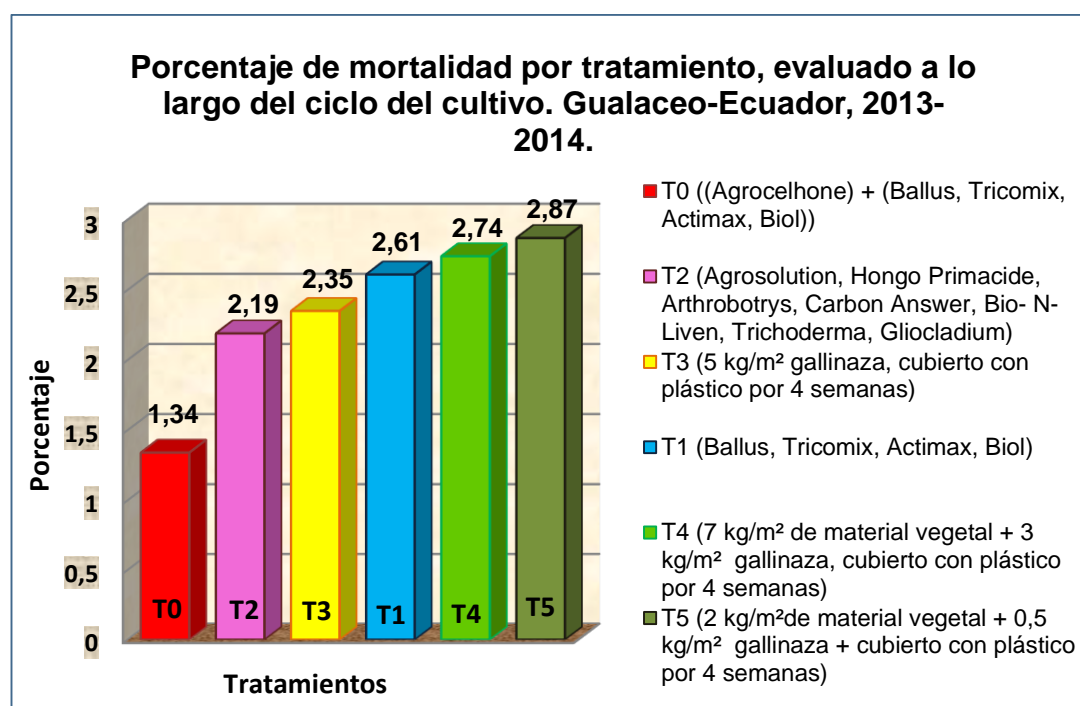
Prueba de Tukey al 5%

Cuadro 17: Prueba de Tukey al 5% del porcentaje de mortalidad por tratamiento

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS	
T0	(Agrocelhone) + (Ballus, Tricomix, Actimax, Biol)	1.34	a	
T2	Agrosolution, Hongo Primacide, <i>Arthrobotrys</i> , Carbon Answer, Bio- N-Liven, <i>Trichoderma</i> , <i>Gliocladium</i>	2.19	a	b
T3	5 kg/m ² gallinaza, cubierto con plástico por 4 semanas	2.35	a	b
T1	Ballus, Tricomix, Actimax, Biol	2.61		b
T4	7 kg/m ² de material vegetal + 3 kg/m ² gallinaza, cubierto con plástico por 4 semanas	2.74		b
T5	2 kg/m ² de material vegetal + 0,5 kg/m ² gallinaza + cubierto con plástico por 4 semanas	2.87		b

Realizada la prueba de Tukey al 5% del porcentaje de mortalidad se determinó dos rangos (a y b), en el rango **a** involucra al tratamiento T0 con 1.34% demostrando un menor porcentaje de mortalidad. Mientras que en los tratamientos: T2 con 2.19% y el T3 con 2.35% comparten el mismo rango **a** y **b**. Los tratamientos: T1 con 2.61%; T4 con 2.74% y el T5 con 2.87%, se ubicaron en el rango **b**.

Grafico 5: Porcentaje de mortalidad



El tratamiento T0 resultó ser el mejor ya que presentó un menor porcentaje de mortalidad con 1.34%. En este tratamiento también se puede observar que la mortalidad fue menor, puesto que durante todo el ciclo del cultivo la incidencia de *Pythium sp* fue menor. Mientras que en los demás tratamientos sucedió lo contrario la incidencia de *Pythium sp* fue mayor, según lo reporta INIAP. (2013) (Anexo 18).



6.4. Número total de tallos exportables

6.4.1. ADEVA del número total de tallos exportables

Cuadro 18: ADEVA número total de tallos exportables por tratamiento

FV	GI	SC	CM	F	P-VALOR
Total	23	2466888.96			
Tratamiento	5	1888949.71	377789.94	11.77	0.0001
Error	18	577939.25	32107.74		
CV= 7.67%					

Del Análisis de varianza (ADEVA) de la variable del número total de tallos exportables se determinó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). El Coeficiente de Variación de 7.67% nos indica que hubo un adecuado control en el manejo del experimento.

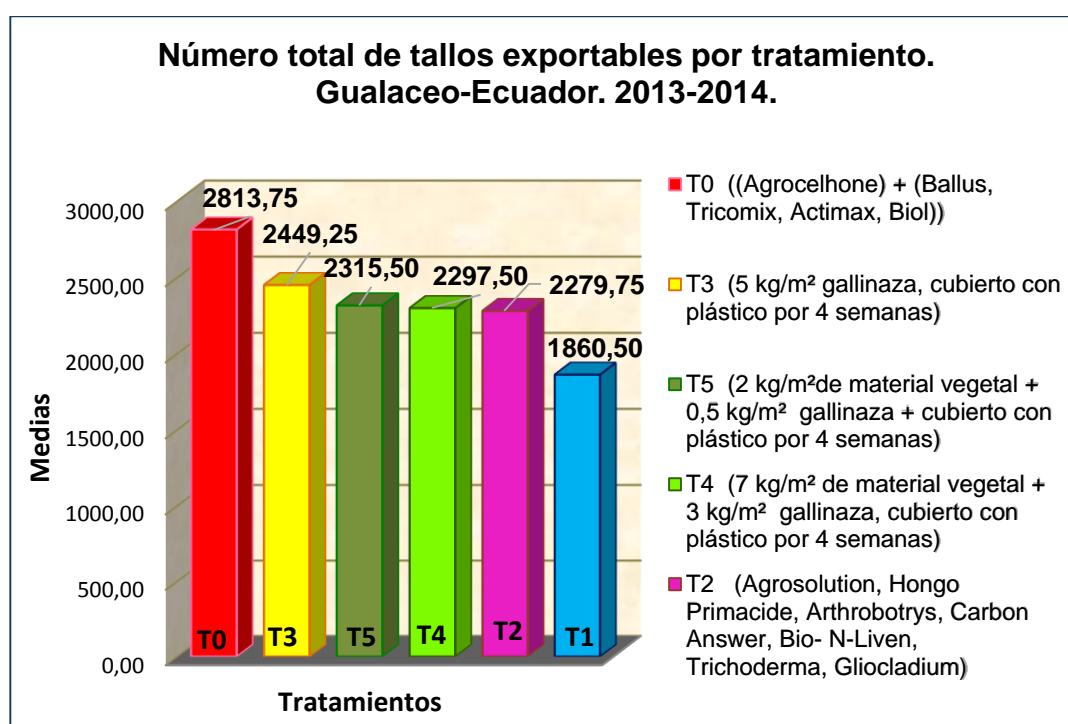
Prueba de Tukey al 5%

Cuadro 19: Prueba de Tukey al 5% número total de tallos exportables por tratamiento

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS		
T0	(Agrocelhone) + (Ballus, Tricomix, Actimax, Biol)	2813.75	a		
T3	5 kg/m ² gallinaza, cubierto con plástico por 4 semanas	2449.25	a	b	
T5	2 kg/m ² de material vegetal + 0,5 kg/m ² gallinaza + cubierto con plástico por 4 semanas	2315.50		b	
T4	7 kg/m ² de material vegetal + 3 kg/m ² gallinaza, cubierto con plástico por 4 semanas	2297.50		b	
T2	Agrosolution, Hongo Primacide, <i>Arthrobotrys</i> , Carbon Answer, Bio- N-Liven, <i>Trichoderma</i> , <i>Gliocladium</i>	2279.75		b	
T1	Ballus, Tricomix, Actimax, Biol	1860.50			c

Realizada la prueba de significación de Tukey al 5% del número total de tallos exportables, se determinó tres rangos (a, b y c). En el rango **a** se ubica el T0, presentando un mayor número de tallos exportables con 2813.75, mientras que el tratamiento T3 comparte el rango (**a** y **b**), con 2449.25 tallos. Los tratamientos: T5 con 2315.50; T4 con 2297.50 y T2 con 2279.75 tallos se ubican en el mismo rango **b**. El tratamiento T1 con 1860.50 tallos se ubica en el rango **c**.

Grafico 6: Número total de tallos exportables por tratamiento



Se observa en todos los tratamientos que el número total de tallos exportables se debe al número de brotes por planta según reporta Arias citado por Vintimilla y Quesada. (2001). El tratamiento T0 resulto el mejor ya que presentó un mayor número de tallos exportables con 2813.75 tallos, esto se debe a que las plantas presentaron el mayor número de brotes y hubo un menor porcentaje de mortalidad. Mientras que el tratamiento T1 obtuvo un



menor número de tallos con 1860,50 debido al alto porcentaje de mortalidad, efectuado por la alta incidencia de *Pythium sp*, apoyando al expuesto por INIAP. (2013). (Anexo 18).

6.4.2. Peso total de tallos exportables

6.4.2.1. ADEVA del peso total de tallos exportables

Cuadro 20: ADEVA del peso total de los tallos exportables por tratamiento

FV	GI	SC	CM	F	P-VALOR
Total	23	783498943.83			
Tratamiento	5	541108223.33	108221644.67	8.04	0.0004
Error	18	242390720.50	13466151.14		
CV= 8.09%					

Realizado el Análisis de varianza (ADEVA) del peso total de tallos exportables por tratamiento se determinó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). El Coeficiente de Variación de 8.09% nos indica que el ensayo presentó uniformidad en el manejo.



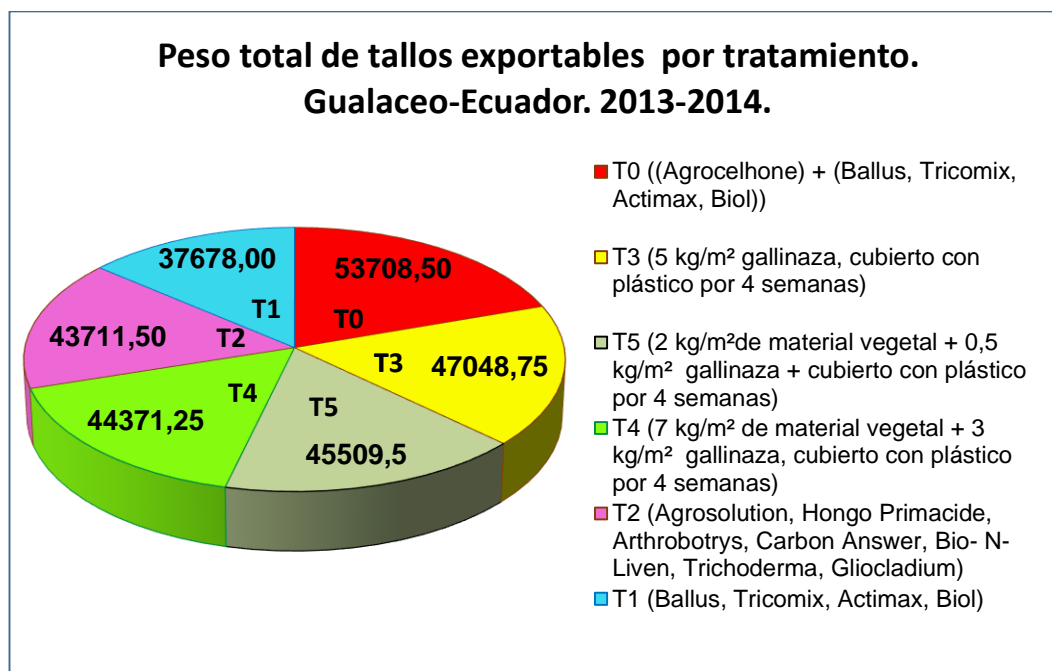
Prueba de Tukey al 5%

Cuadro 21: Prueba de Tukey al 5% del peso total de tallos exportables por tratamiento

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS		
T0	(Agrocelhone) + (Ballus, Tricomix, Actimax, Biol)	53708.50	a		
T3	5 kg/m ² gallinaza, cubierto con plástico por 4 semanas	47048.75	a	b	
T5	2 kg/m ² de material vegetal + 0,5 kg/m ² gallinaza + cubierto con plástico por 4 semanas	45509.50	a	b	c
T4	7 kg/m ² de material vegetal + 3 kg/m ² gallinaza, cubierto con plástico por 4 semanas	44371.25		b	c
T2	Agrosolution, Hongo Primacide, <i>Arthrobotrys</i> , Carbon Answer, Bio- N-Liven, <i>Trichoderma</i> , <i>Gliricladium</i>	43711.50		b	c
T1	Ballus, Tricomix, Actimax, Biol	37678.00			c

Realizada la prueba de Tukey al 5% se determinó tres rangos (a, b y c). En el rango **a** involucra al T0 con 53708.50 g. El tratamiento T3 comparte el rango (**a** y **b**) con 47048.75 g. El tratamiento T5 comparte el rango (**a**, **b** y **c**) con 45509.50 g, mientras que los tratamientos: T4 y T2 se ubican en el mismo rango (**b** y **c**). El tratamiento que no obtuvo buenos resultados fue el T1 con 37678.00 g, ubicándose en el rango **c**.

Gráfico 7: Peso total de tallos exportables por tratamiento



El tratamiento que obtuvo mayor peso de tallos fue el T0 con 53708.50 gr, se debe a que en este tratamiento presentó un mayor número de brotes y un menor porcentaje de mortalidad. El efecto benéfico de la gallinaza aplicado en el tratamiento T3 favorece en la nutrición de la planta por lo que se le ha considerado como uno de los fertilizantes más completos ya que contiene carbono, nitrógeno, fósforo y potasio apoyando a lo enunciado por Paredes, R. A. (2012). En los resultados obtenidos por el INIAP. (2013) se puede observar el incremento de nutrientes como: materia orgánica, N, P, K y Mg (Anexo 3, 7, 8, 9 y 11). Mientras que el tratamiento T1 presentó un menor peso resultando ser menos eficiente.

Cuadro 22: ADEVA del peso promedio de tallo unitario (gr) por tratamiento

FV	GI	SC	CM	F	P-VALOR
Total	23	18.19			
Tratamiento	5	3.87	0.77	0.97	0.4601
Error	18	14.32	0.80		
CV= 4,58%					

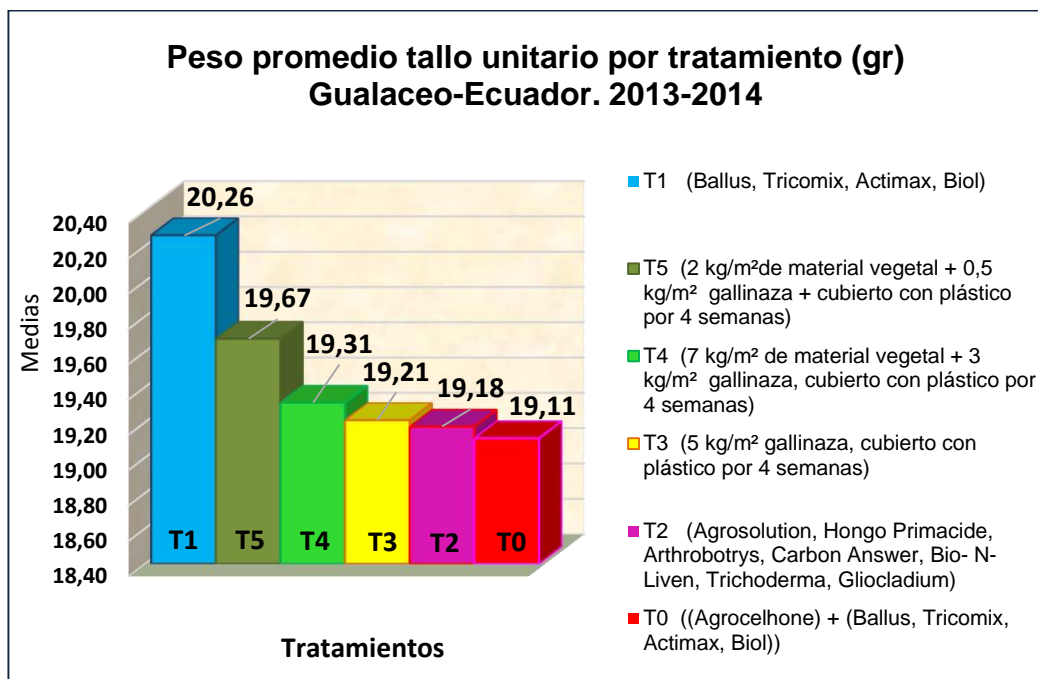
Del Análisis de varianza (ADEVA) de la variable del peso promedio de tallo unitario se determinó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). El Coeficiente de Variación de 4.58% nos indica que hubo un adecuado control en el manejo del experimento.

Cuadro 23: Prueba de Tukey al 5% del peso promedio de tallo unitario (gr) por tratamiento

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T1	(Ballus, Tricomix, Actimax, Biol)	20.26	a
T5	(2 kg/m ² de material vegetal + 0,5 kg/m ² gallinaza + cubierto con plástico por 4 semanas)	19.67	a
T4	(7 kg/m ² de material vegetal + 3 kg/m ² gallinaza, cubierto con plástico por 4 semanas)	19.31	a
T3	(5 kg/m ² gallinaza, cubierto con plástico por 4 semanas)	19.21	a
T2	(Agrosolution, Hongo Primacide, <i>Arthrobotrys</i> , Carbon Answer, Bio- N-Liven, <i>Trichoderma</i> , <i>Gliocladium</i>)	19.18	a
T0	((Agrocelhone) + (Ballus, Tricomix, Actimax, Biol))	19.11	a

Realizada la prueba de Tukey al 5% se determinó un rango (a). En el que involucra a todos los tratamientos. Sobresaliendo el tratamiento T1 (Ballus, Tricomix, Actimax, Biol) con un promedio de 20.26 gr.

Grafico 8: Peso promedio de tallo unitario (gr) por tratamiento



El tratamiento que mejor resultado presento fue el T1 con 20.26 gr, el mismo que obtuvo un alto peso por tallo debido al menor número de tallos cosechados. A diferencia del tratamiento T0 que obtuvo un número total de tallos y un peso mayor, obteniendo un promedio menor de 19.11 gr, como se puede observar en el (Cuadro 24).

Cuadro 24: Total de tallos y sus pesos por tratamiento

TRATAMIENTO	TOTAL DE TALLOS	PESO TOTAL	PESO UNITARIO (gr)
T0	2813.75	53708.50	19.11
T3	2449.25	47048.75	19.21
T5	2315.50	45509.50	19.67
T4	2297.50	44371.5	19.31
T2	2279.75	43711.50	19.18
T1	1860.50	37678.00	20.26

6.4.3. Costo por tratamiento

Para el análisis económico se procedió según la metodología propuesta por Perrin *et al* (1981). Para lo cual se obtuvo el beneficio bruto con el peso total de tallos de cada uno de los tratamientos, además se calcularon los costos variables de cada uno de los tratamientos sin tomar en cuenta el costo de las labores culturales porque se dio el mismo manejo a todos los tratamientos. De la diferencia del beneficio bruto y los costos variables se obtiene el beneficio neto.

Cuadro 25: Costo por tratamiento

TRATAMIENTOS	BENEFICIO BRUTO	COSTO VARIABLE	BENEFICIO NETO	TASA DE RETORNO
T0	85074.26	7948.50	77125.76	9.70
T3	74525.22	2020.70	72504.52	35.88
T5	72087.05	1139.82	70947.23	62.24
T4	70284.06	1817.42	68466.64	37.67
T2	69239.02	2607.55	66631.47	25.55
T1	59681.95	3448.50	56233.45	16.31

Los tratamientos T3, T5, T4, T2 y T1 presentan un menor costo variable en comparación con el tratamiento T0. Para determinar la alternativa más rentable al beneficio bruto se restó el costo variable, teniendo como resultado el tratamiento T5 (2 kg/m² de material vegetal + 0.5 kg/m² de gallinaza) presenta un menor costo variable con un mayor beneficio neto.



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos de la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- Para el control de malezas el mejor tratamiento fue el T2 (Agrosolution, Hongo Primacide, *Arthrobotrys*, Carbon Answer, Bio- N-Liven, *Trichoderma*, *Gliocladium*).
- El tratamiento que obtuvo mejores resultados en la variable número de brotes por planta fue el T0 (Agrocelhone + Ballus, Tricomix, Actimax, Biol) con un valor promedio de 7.34 brotes.
- En cuanto al número de plantas muertas expresado en porcentaje, el tratamiento que mostró menor mortalidad fue el T0 (Agrocelhone + Ballus, Tricomix, Actimax, Biol) con 1.34%.
- En las variables del número total de tallos exportables y calidad (peso total) el mejor tratamiento fue T0 (Agrocelhone + Ballus, Tricomix, Actimax, Biol) con un valor promedio de 2813.75 tallos con un peso de 53708.50 gr.
- En cuanto al peso promedio de tallo unitario el tratamiento que obtuvo mejor resultado fue el T1 (Ballus, Tricomix, Actimax, Biol) con 20.26 gr.
- La biosolarización con la utilización del material vegetal y animal fresco de la finca sin ser el mejor tratamiento en cuanto a producción es el



más económico y mejora los suelos, en su estructura, textura y fuente de fertilización orgánica.

- Los tratamientos de biosolarización utilizando restos de cosecha no causaron fitotoxicidad, ni el aumento de enfermedades o plagas como se suponía que podía pasar.
- En el análisis económico se determinó que el tratamiento T5 (2 kg/m² de material vegetal + 0.5 kg/m² de gallinaza) es una alternativa viable debido a que presentó un menor costo variable y un mayor beneficio neto.
- Los resultados obtenidos en esta investigación si se presentan como alternativas al Bromuro de Metilo tomando en cuenta el nivel de contaminación e impacto de este, en el medio ambiente.



7.2. RECOMENDACIONES

- Para el control de malezas en las fincas productoras de *Gypsophila paniculata* L. variedad *Million star*, se recomienda el T2 (Agrosolution, Hongo Primacide, *Arthrobotrys*, Carbon Answer, Bio- N-Liven, *Trichoderma*, *Gliocladium*).
- A empresas florícolas para tener una mejor brotación y por ende una mayor cantidad de tallos se recomienda el uso del T0 (Agrocelhone + Ballus, Tricomix, Actimax, Biol).
- Para tener porcentajes de mortalidad bajos en el cultivo de *Gypsophila paniculata* L. variedad *Million star*, se recomienda a los floricultores el uso del T0 (Agrocelhone + Ballus, Tricomix, Actimax, Biol).
- Para obtener mayor número de tallos de buena calidad en las empresas dedicadas a la producción de *Gypsophila paniculata* L. variedad *Million star*, se recomienda el T0 (Agrocelhone + Ballus, Tricomix, Actimax, Biol).
- Las fincas florícolas pueden aplicar técnicas combinadas (químicas más biológicas) y la biosolarización como alternativas para la desinfección del suelo.
- Al realizar la biosolarización, se debe tomar en cuenta el manejo del riego con el fin de evitar problemas fúngicos y estrés hídrico a las plantas, esto se debe alto contenido de materia orgánica que se encuentra en el suelo.



- A la Florícola Isla Plants antes de aplicar cascarilla de arroz al suelo se recomienda realizar un plan de manejo para el control de sinfílicos.
- Realizar ensayos en biosolarización a un tiempo superior de lo recomendado (cuatro semanas) con la finalidad de obtener una mejor descomposición de la materia orgánica y un control efectivo de malezas y patógenos.
- Repetir el experimento en diferentes épocas y ambientes para garantizar y/o corroborar los resultados de la presente investigación, dada la importancia de los resultados a nivel local y nacional.
- A los agricultores en general que tengan acceso barato y rápido de material vegetal y animal fresco, se recomienda utilizar el mismo en sistemas de biosolarización por seis semanas como un sistema de desinfección de suelos y fuente de mejora en la estructura y fertilidad de los suelos.
- Se recomienda el uso del tratamiento T5 (2 kg/m² de material vegetal + 0.5 kg/m² de gallinaza) como alternativa más rentable por tener menor costo variable con un mayor beneficio neto.
- Se sugiere dar un seguimiento a las alternativas de desinfección del suelo establecidas en esta investigación, para conocer la sustentabilidad de los tratamientos.



8. BIBLIOGRAFÍA

Agrios, G. N. (2007). *Fitopatología* (segunda ed.). Mexico: Limusa.
Recuperado el 20 de abril de 2014.

Agroinnovación. (2013). *Agrosolution, Hongo Primacide, Arthrobotrys, Carbon Answer, Bio- N-Liven, Trichoderma, Gliocladium*. Recuperado el 10 de enero de 2013.

AGRYTEC. (18 de enero de 2011). *Bio aportacion de agrocelhone a los suelos*. Recuperado el 6 de abril de 2014, de http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=5625:bio-aportacion-de-agrocelhone-a-los-suelos&catid=16:articulos-tecnicos&Itemid=61.

Arias, P. G. (1991). *Cultivo de Gypsophilia*. Costa Rica: EUNED/CINDE.
Recuperado el 20 de febrero de 2014, de <http://books.google.com.ec/books?id=ESQ--LUrb50C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>.

Artero, J. C. (27 de febrero de 2012). *Solarización y biosolarización: alternativas ecológicas al bromuro de metilo para la desinfección de suelos*. Recuperado el 20 de enero de 2014, de <http://triplenlace.com/2012/02/27/solarizacion-y-biosolarizacion-alternativas-ecologicas-al-bromuro-de-metilo-para-la-desinfeccion-de-suelos/>.

Baker, J. R. (1996). *Insectos y otras plagas de las flores y plantas de follaje*. Santafé de Bogotá, Colombia: HortiTecnia Ltda.



Balsamo, A. E. (2013). *Técnicas Agroecológicas para la desinfección de suelos agrícolas*. Recuperado el 20 de Marzo de 2014, de <http://asociacionelbalsamo.org/Balsamo%201.pdf>.

Bayer. (5 de julio de 2009). *Problemas Biológicos: Sinfíldos*. Recuperado el 14 de marzo de 2014, de http://www.bayercropscience-ca.com/contenido.php?id=241&cod_afeccion=2014.

Calle, D. F. (2012). *Evaluación de materiales segregantes de plantas de Tomate de arbol (Solanum betaceum cav) Provenientes de cruas interespecificas con Cyphomandra materna y Cyphomandra uniloba. Con posible resistencia y o tolerancia a Colletotrichum gloesporoides*. Cuenca. Recuperado el 26 de Abril de 2013.

Camargo, L. A. (2013). *Hongos primacide: Sanidad Vegetal; Primacide solutions NC*. Recuperado el 26 de septiembre de 2013, de <http://www.primacide.co/sanidad-vegetal/>; <http://www.primacide.co/wp-content/uploads/HONGOSPRIMACIDE.pdf>.

Cando, G. M. (2010). *Evaluación de cepas nativas de Trichoderma spp. Para el control de Sigatoka negra (Paracercospora fijiensis M.) En el cultivo de Banano (Musa paradisiaca) en fase de laboratorio*. Recuperado el 12 de Marzo de 2013, de <http://www.repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2893/1/T-ESPE- IASA%20II-002325.pdf>.

Cano, D. (29 de junio de 2011). Recuperado el 30 de abril de 2014, de <http://controlbiologicoperu.blogspot.com/>.



Castells, X. E. (2012). *Aprovechamiento de residuos agrícolas y forestales*. Madrid: Díaz de Santos. Recuperado el 20 de Mayo de 2013, de www.books.google.com.ec/books?isbn=8499693687.

Castro, G. E. (2012). *EVALUACIÓN DE CINCO DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE GYPSOPHILA, VARIEDAD OVER TIME Y SU EFECTO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE FLOR, SANTA ROSA DE CUSUBAMBA CAYAMBE – ECUADOR: Etapas de desarrollo*. Recuperado el 20 de marzo de 2014, de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5488/1/T-ESPE-IASA%20II-002403.pdf>.

Catucuamba, R. S. (2004). *EFFECTOS DEL MANEJO DEL PINCH EN LA PRODUCCION DE GYPSOPHILA (Gypsophila paniculata L.), VARIEDAD PERFECTA CON SIEMBRA INVERNADA Y SIN INVERNAR BAJO CUBIERTA, EN QUIROGA-PROVINCIA DE IMBABURA*. Ibarra, Ecuador. Recuperado el 7 de diciembre de 2013, de <http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/225/1/T70995.pdf>.

Chávez, J. P. (2009). *Proyecto de Descentralización de las Políticas de Drogas en los Países Andinos: Análisis Situacional sobre la Percepción del Uso y Consumo de Drogas en el Cantón Gualaceo*. Recuperado el 18 de Mayo de 2013, de http://www.cicad.oas.org/fortalecimiento_institucional/savia/PDF/Cant%C3%B3n%20Gualaceo.pdf.

CICO. (junio de 2009). *Sector florícola*. Recuperado el 28 de enero de 2014, de http://www.puce.edu.ec/documentos/perfil_de_flores_2009.pdf.



Danziger. (s.f.). *Flores de corte: cultivo, mercado*. Recuperado el 7 de noviembre de 2014, de http://embassies.gov.il/lima/NewsAndEvents/BusinessOpportunities/Documents/7_Danziger_-_Flores_de_corte__L.Pinzon.pdf

ECUACELHONE. (2014). *Agrocelhone*. Recuperado el 20 de marzo de 2014, de <http://www.ecuacelhone.com/index.php/agrocelhone>.

ECUADOR, P. (2013). *Análisis sectorial de flores*. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec/pubs/analisis-sector-flores-2013/>.

EcuRed. (s.f.). *Bromuro de metilo*. Recuperado el 10 de enero de 2014, de http://www.ecured.cu/index.php/Bromuro_de_Metilo

EXPOFLORES. (18 de junio de 2013). *Ecuador el sector floricultor: Análisis de la Situación Actual*. Recuperado el 10 de enero de 2014, de <http://www.slideshare.net/florecuador/floricultura-2013-amayo>.

Exterior, C. (18 de mayo de 2012). *SIE Comercio Exterior*. Recuperado el 23 de julio de 2013, de <http://www.edicioneslegales-informacionadicional.com/webmaster/directorio/SIE-COEX-12-20.pdf>.

FAO. (s.f.). *Manejo integrado de enfermedades: Pudrición de plántulas, damping – off, pata seca, Pythium*. Recuperado el 2 de mayo de 2014, de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s05.pdf>.

García Muñoz, A., & Rodríguez Murillo, M. (16 de noviembre de 2012). *Guía de identificación y manejo integrado de plagas y enfermedades en piña*. Recuperado el 18 de febrero de 2014, de



<http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/costa-rica-1/publicaciones-banacol/guia%20identificacion5.pdf>.

Greennovation. (s.f.). *Hongos primacide: Descripción General*. Recuperado el 20 de febrero de 2014, de <http://greennovation.com.co/sanidad-vegetal/descripcion-general/>.

Infoagro. (s.f.). *El cultivo de la Gypsophila*. Recuperado el 10 de Enero de 2014, de <http://www.infoagro.com/flores/flores/gypsophila.htm>.

Irmaileh, B. A. (s.f.). *Solarización del suelo*. Recuperado el 3 de mayo de 2014, de <http://www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s0g.htm>.

Jiménez, J. C., Martineaux, S. G., & Lagos, J. L. (s.f.). *TECNOLOGÍAS DE DESINFECCIÓN DE SUELOS Y SUSTRATOS EN HORTALIZAS*. Recuperado el 20 de Marzo de 2014, de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR34579.pdf>.

Knoema. (julio de 2013). *Atlas mundial de datos: Consumo de sustancias que agotan la capa de ozono(bromuro de metilo)*. Recuperado el 26 de enero de 2014, de <http://knoema.es/atlas/Ecuador/topics/Medio-ambiente/Agotamiento-del-Ozono-Estratosf%C3%A9rico/Consumo-de-Bromuro-de-Metilo>.

Laverde, W. (10 de Marzo de 2012). *Los hongos nematófagos: Hongo primacide*. Recuperado el 7 de Marzo de 2013, de <http://www.primacide.co/sanidad-vegetal/>:
<http://www.primacide.co/sanidad-vegetal/>.



León, R (2004). Efectos del manejo de pinch en la producción de *gypsophila paniculata* L. Variedad Perfecta con siembre invernada y sin invernar, baja cubierta, en Quiroga – Provincia de Imbabura. PUCE. .Cap2. Pág. 17. recuperado el 7 de noviembre del 2014.

Levante, A. d. (s.f). *Desinfectante de suelos: Bromuro de metilo*. Recuperado el 7 de Marzo de 2013, de <http://www.agroquimicosdelevante.es/pdf/Bromuro.pdf>.

Llivicura, F. (12 de octubre de 2013). Trasplante. (V. Coronel, Entrevistador)

Mamani, P., Chávez, E., & Ortuño, N. (s.f.). *El Biol: Biofertilizante casero para la reproducción ecológica de cultivos*. Recuperado el 20 de abril de 2014, de <http://www.proinpa.org/tic/pdf/Bioinsumos/Biol/pdf59.pdf>.

Marín, M. A. (2002). *Gypsophila*. Bogotá, Colombia: Hortitecnia Ltda.

México. (s.f.). *Plan Nacional de Eliminación del Consumo de Bromuro de metilo en México: Origen*. Recuperado el 10 de enero de 2014, de <http://app1.semarnat.gob.mx:8080/sissao/caracteristicas.html>

Organics, B. (2013). *Bioproductos y asesoría agrícola: Ballus, Tricomix Advantage , Actimax Solubilizador, Biol*. Recuperado el 6 de enero de 2013.

Pardo, J. G. (26 de febrero de 2011). *Control integrado de plagas y enfermedades para mantener un cultivo sano, productivo y de buena calidad*. Recuperado el 20 de febrero de 2014, de <http://www.slideshare.net/joguitopar/jgtp-plagas-y-enfermdades#>.



Paredes, R. A. (26 de Julio de 2012). *Que es la gallinaza*. Recuperado el 20 de Mayo de 2013, de www.slideshare.net/ROGGER03/qu-es-la-gallinaza: www.slideshare.net/ROGGER03/qu-es-la-gallinaza.

Pedro, E. E. (noviembre de 2013). *Sanidad en cultivos intensivos*. Recuperado el 14 de marzo de 2014, de file:///C:/Users/Hogar/Downloads/INTA%20San%20Pedro-Sanidad_en_cultivos_intensivos_2013_modulo_4.pdf.

Piñera, A. H. (2011). *Efecto de la Biosolarización con pellets de Brassica carinata y estiércol fresco de ovino sobre la capacidad infectiva y sobre la viabilidad de Oosporas de Phytophthora*. Recuperado el 18 de Marzo de 2013, de <http://www.repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/1864/1/tfm6.pdf>.

Pizano, M (2010). *Proyecto ONUDI: Alternativas al bromuro de metilo*.

PROECUADOR. (2013). *Análisis sectorial de flores*. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec/pubs/analisis-sector-flores-2013/>.

Rodas, M. A. (1998). *Control de la plaga de la hoja Liriomyza sp*. Cuenca.

Romero, W. P. (2011). *Eficiencia de cinco productos orgánicos para el control de nemátodos fitoparásitos en el cultivo de Hypéricum (Hypericum inodorum)*. Recuperado el 7 de Marzo de 2013, de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5210/1/T-ESPE-IASA%20I-004594.pdf>.



- Sánchez, R. V. (2005). *Alternativas ecológicas para el manejo integrado fitosanitario en los cultivos: Biol.* Recuperado el 20 de abril de 2014.
- Solagro. (2014). *Gypsophila*. Recuperado el 20 de Abril de 2014, de http://www.solagro.com.ec/es/?option=com_zoo&task=item&item_id=5&Itemid=219&lang=es.
- Sosa, O. (Agosto de 2005). *Los estiercoles y su uso como enmiendas orgánicas*. Recuperado el 10 de noviembre de 2014, de <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/16/7AM16.htm>
- Tecnologia, A. (2004). *Bromuro de Metilo*. Recuperado el 22 de febrero de 2014, de http://www.nom-144.com.mx/bromuro_de_metilo.html.
- Torres, W. A. (2008). *Manejo y disposición de la gallinaza en el núcleo de producción avícola en el sector de Gabia entre los municipios de Santa Isabel y Coamo*. Puerto Rico. Recuperado el 20 de Mayo de 2013, de www.suagm.edu/utdoctoral/pdfs/5_Montalvo_W_Tesis_UT_2008.pdf.
- UNEP. (30 de junio de 2010). *Análisis de Tendencias: El consumo y la producción de sustancias destructoras del ozono en los países en desarrollo*. Recuperado el 1 de marzo de 2014, de <http://www.uneptie.org/ozonaction/information/trends/index.htm>.
- Vicuña, L. F. (2013). *Fertilizacion del cultivo de Gypsophila*. Recuperado el 26 de febrero de 2013
- Vintimilla, B., & Quesada, C. (2001). *Enraizamiento de esquejes de Gypsophila (Gypsophila paniculata var. perfecta en diez sustratos y produccion al primer corte*. Cuenca.

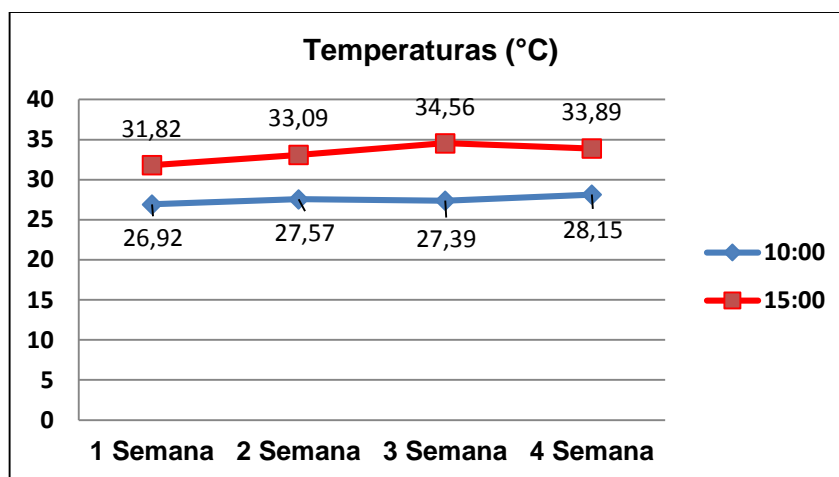


Yague, J. L. (1999). *El suelo y los fertilizantes* (5 ed.). Madrid: Mundi prensa.
Recuperado el 10 de Abril de 2013.

9. ANEXOS

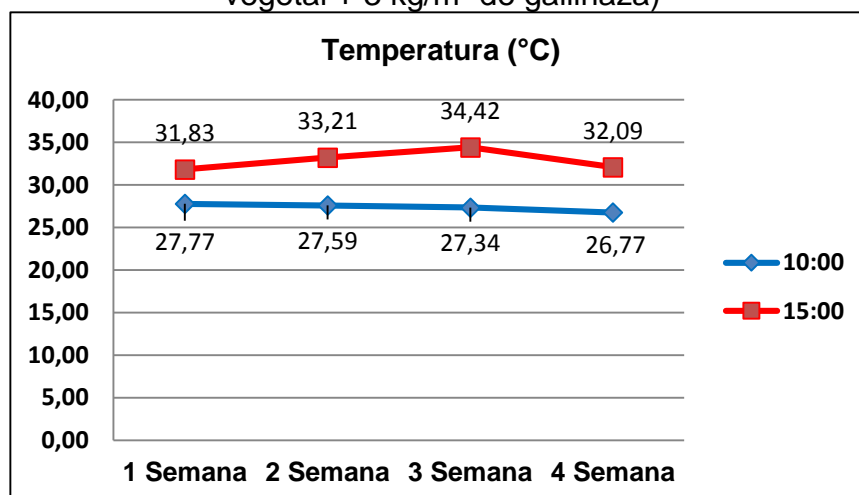
Anexo 1: Temperaturas alcanzadas en los tratamientos orgánicos (T3, T4 y T5) durante el proceso de biosolarización, las cuales fueron tomadas dos veces al día (10:00 y 15:00).

Grafico 9: Temperatura del suelo en el tratamiento T3 (5 kg/m² de gallinaza)



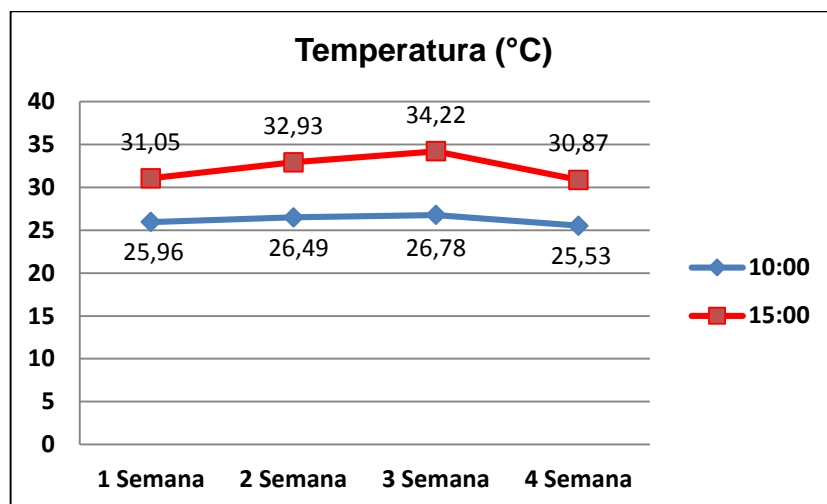
Fuente: Coronel, V. (2013)

Grafico 10: Temperatura del suelo en el tratamiento T4 (7 kg/m² de material vegetal + 3 kg/m² de gallinaza)



Fuente: Coronel, V. (2013)

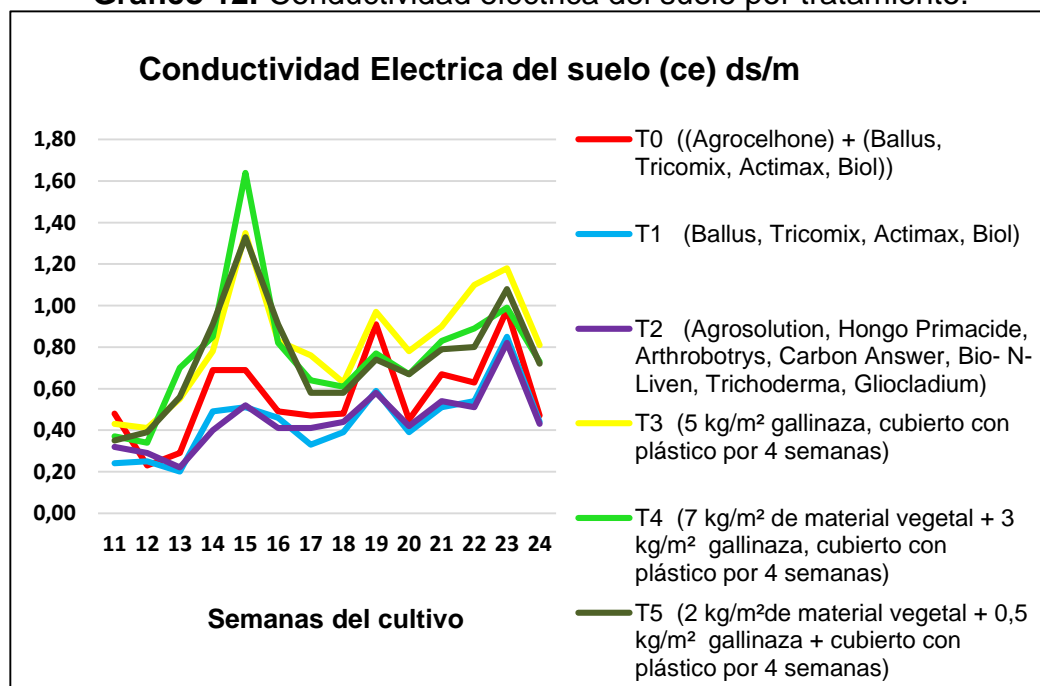
Grafico 11: Temperatura del suelo en el tratamiento T5 (2 kg/m² de material vegetal + 0.5 kg/m² de gallinaza).



Fuente: Coronel, V. (2013)

Anexo 2: Medición semanal de conductividad eléctrica del suelo por tratamiento.

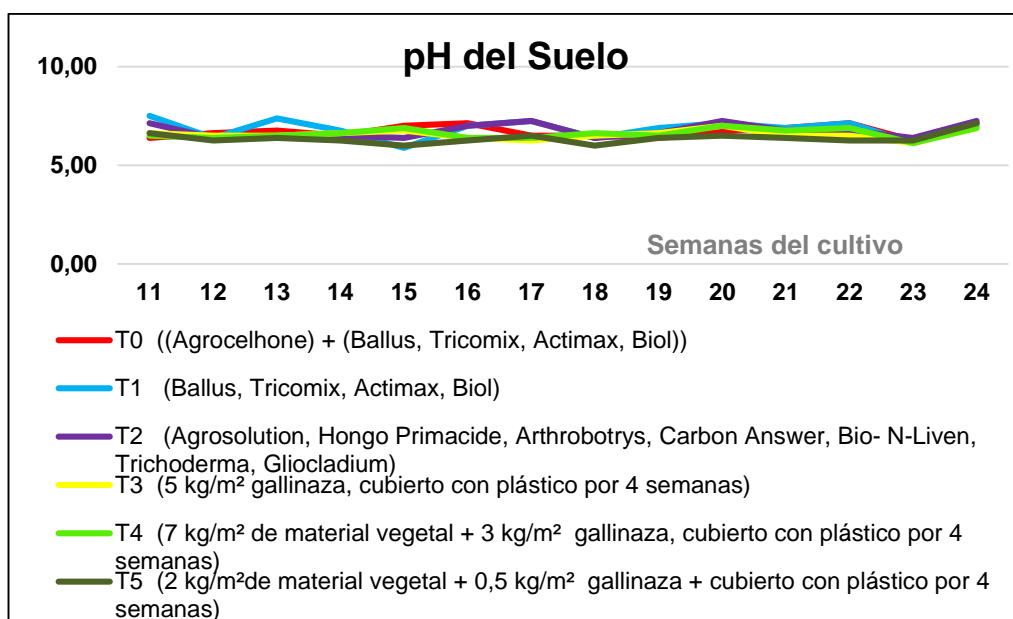
Grafico 12: Conductividad eléctrica del suelo por tratamiento.



Fuente: Coronel, V. (2013)

Anexo 3: Medición semanal de pH del suelo por tratamiento

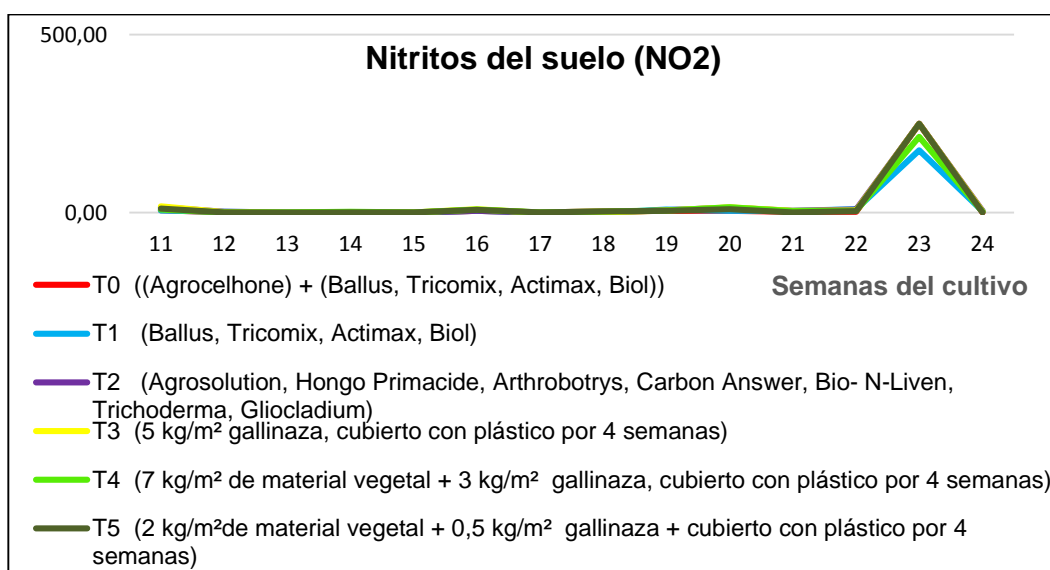
Grafico 13: pH del suelo por tratamiento.



Fuente: Coronel, V. (2013)

Anexo 4: Medición semanal de Nitritos (NO₂) del suelo por tratamiento

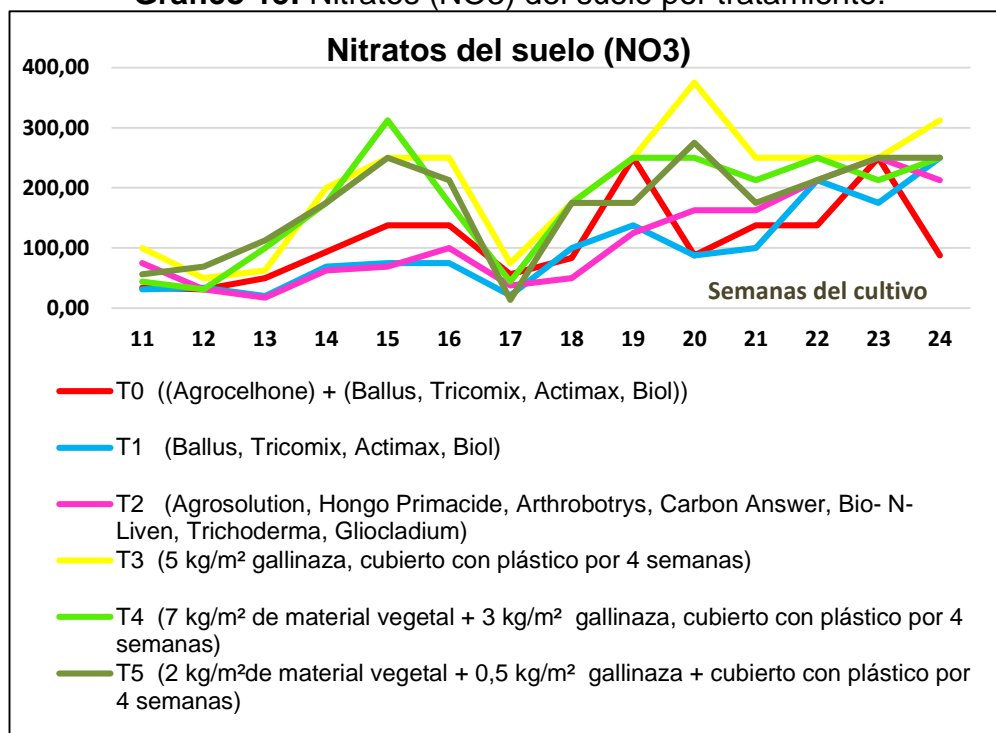
Grafico 14: Nitritos (NO₂) del suelo por tratamiento.



Fuente: Coronel, V. (2013)

Anexo 5: Medición semanal de Nitratos (NO₃) del suelo por tratamiento.

Grafico 15: Nitratos (NO₃) del suelo por tratamiento.



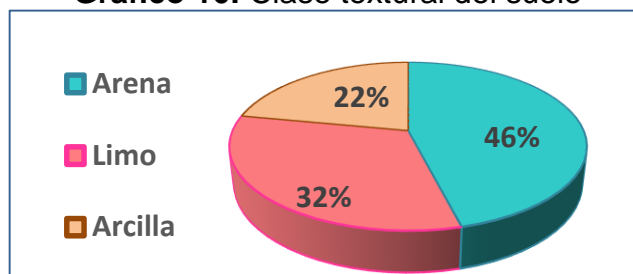
Fuente: Coronel, V. (2013)

Anexo 6: Resultados del Análisis físico químico del suelo

Para el análisis de suelo en el laboratorio se realizó tres muestreos durante toda la investigación: la primera se efectuó antes de la desinfección del suelo, la segunda se hizo después de la desinfección y al final del ciclo del cultivo.

Anexo 7: Textura del suelo

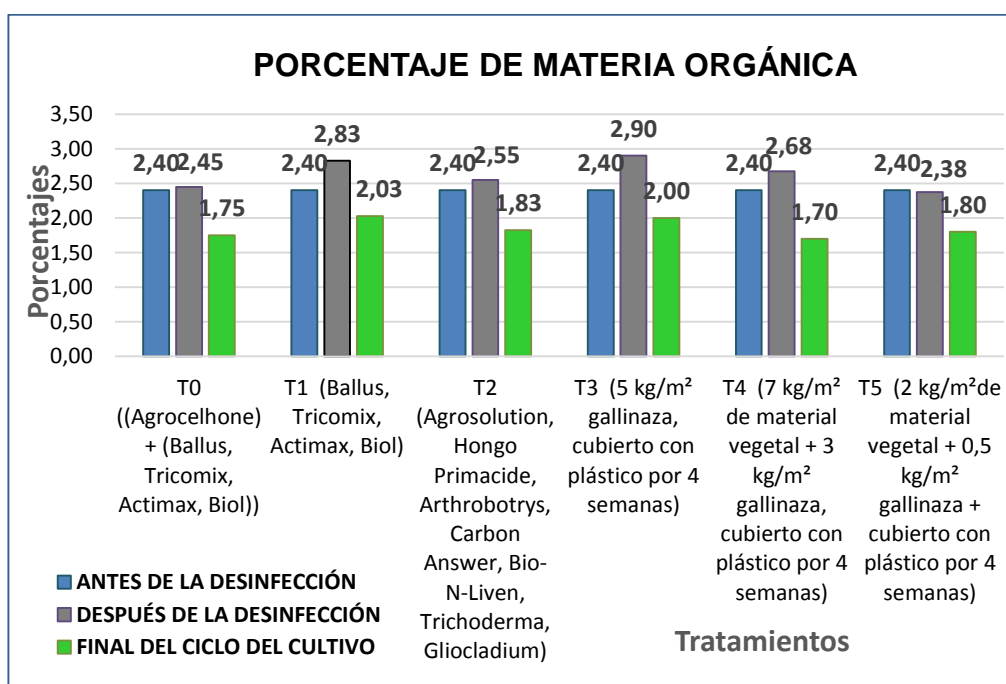
En todo el lote de investigación presentó la clase textural del suelo franco.

Grafico 16: Clase textural del suelo


Fuente: INIAP. 2013

Anexo 8: Porcentaje de materia orgánica del suelo

Realizado el análisis de materia orgánica por el INIAP, se utilizó la metodología de dicromato de potasio. En la figura se muestra el porcentaje de materia orgánica antes, después de la desinfección y al final del cultivo en los seis tratamientos.

Grafico 17: Porcentaje de materia orgánica del suelo en los seis tratamientos


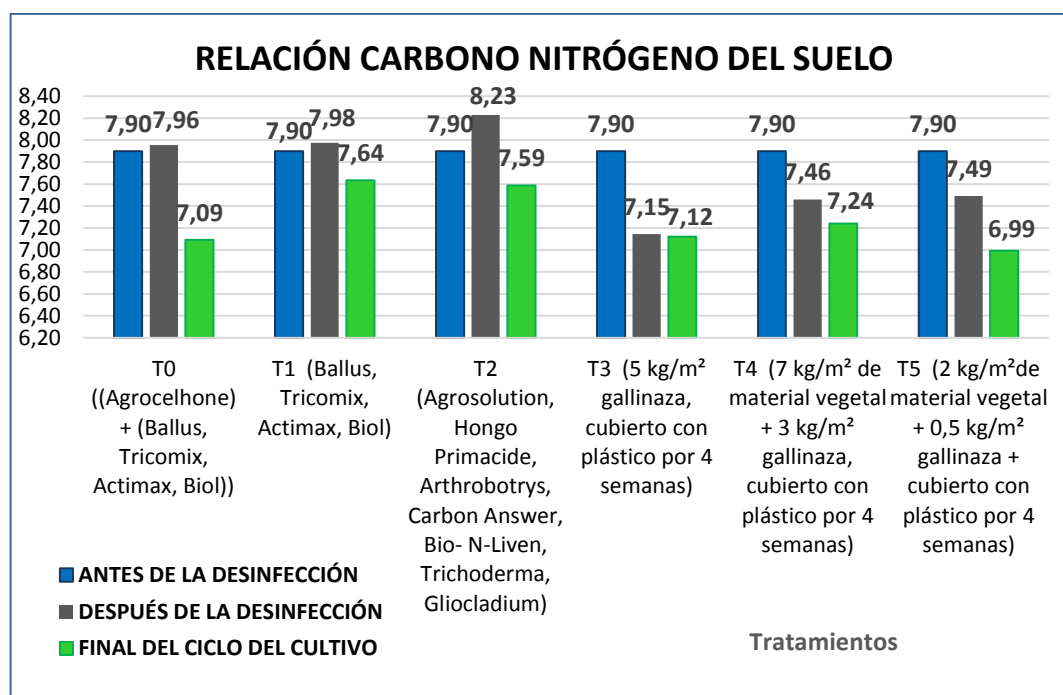
Fuente: INIAP. 2013

Antes de la desinfección, la materia orgánica presentó un promedio de 2.40% en todos los tratamientos. Después de la desinfección el testigo T0 tuvo un aumento leve con 2.45%, mientras que en los demás tratamientos tuvieron tendencia en subir: T1 con 2.83; T2 con: 2.55; T3: 2.90; T4 con 2.68 y T5 con 2.38%. Al final del ciclo del cultivo el porcentaje de materia orgánica tuvo una disminución en todos los tratamientos: T0 con 1.75; T1 con 2.03; T2 con 1.83; T3 con 2.00; T4 con 1.70 y T5 con 1.80% de materia orgánica en el suelo.

Anexo 9: Relación carbono nitrógeno del suelo

De los resultados del análisis de suelo realizado por parte del INIAP se pudo obtener la relación carbono nitrógeno (C/N).

Grafico 18: Relación carbono nitrógeno del suelo en todos los tratamientos



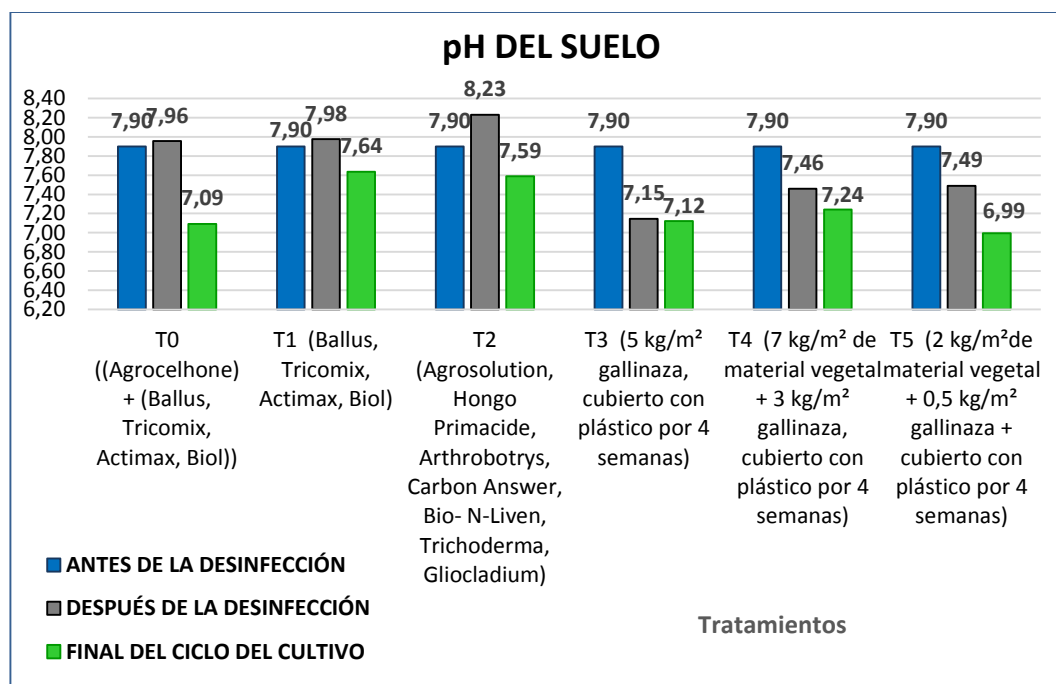
Fuente: INIAP. 2013

Se puede observar en la gráfica que la relación carbono nitrógeno del suelo antes de la desinfección presentó un promedio de 7.90 en todos los tratamientos. Mientras que después de la desinfección los tratamientos T0, T1 y T2 presentaron un incremento con 7.96; 7.98 y 8.23 respectivamente, sin embargo los tratamientos T3, T4 y T5 mostraron un decrecimiento de 7.15; 7.46 y 7.49 respectivamente. Puesto que al final del ciclo cultivo todos los tratamientos presentaron un promedio bajo.

Anexo 10: pH del suelo

Para el análisis del pH del suelo se utilizó la metodología relación suelo – agua (1:2 y 5).

Grafico 19: pH del suelo en todos los tratamientos



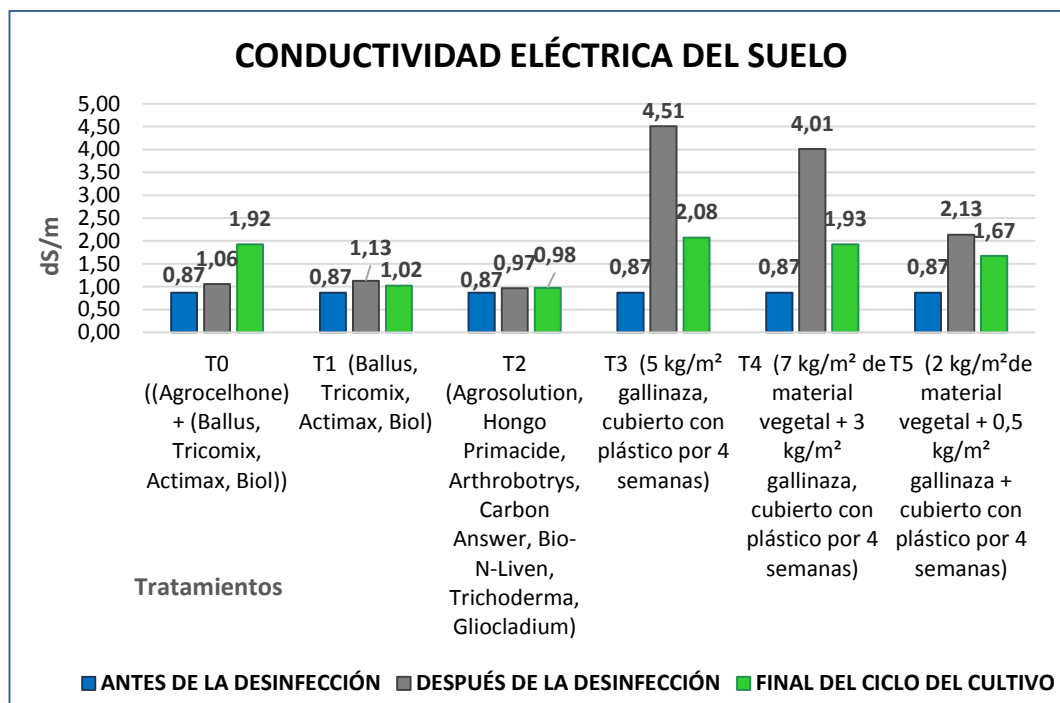
Fuente: INIAP. 2013

Antes de la desinfección, el suelo presentó un pH ligeramente alcalino de 7.90 en todos los tratamientos; después de la desinfección los tratamientos T0 con 7.96; T1 con 7.98 y T2 con 8.23 presentaron un incremento, puesto que en los tratamientos T3 con 7.15; T4 con 7.46 y T5 con 7.49 sucedió lo contrario presentando un contenido bajo. Mientras que al final del ciclo del cultivo todos los tratamientos registraron un decrecimiento.

Anexo 11: Conductividad eléctrica del suelo (dS/m)

Para el análisis de conductividad eléctrica el INIAP utilizó la metodología de pasta saturada.

Grafico 20: Conductividad eléctrica del suelo (dS/m)

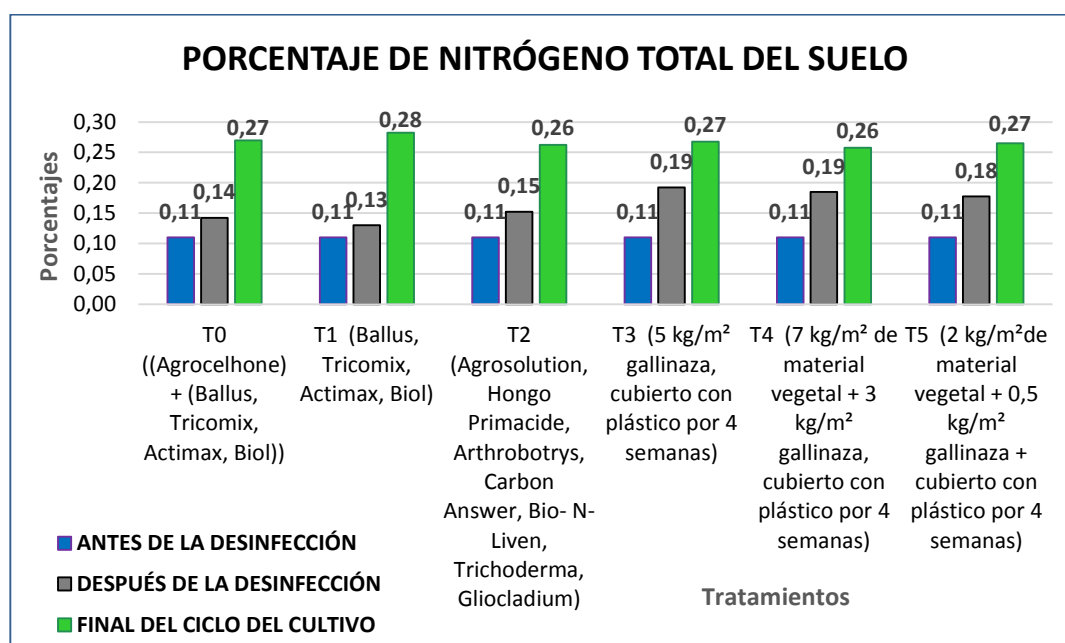


Fuente: INIAP. 2013

Realizado el análisis de conductividad eléctrica antes de la desinfección todos los tratamientos presentaron un promedio de 0.87 dS/m. Mientras que después de la desinfección los tratamientos T0, T1 y T2 tuvieron un promedio similar al anterior análisis mencionado, sin embargo, el T3 y T4 sucedió lo contrario ya que mostraron un incremento con 4.51 y 4.01 respectivamente, por último el T5 tuvo un promedio de 2.13 dS/m. Al final del ciclo del cultivo los tratamientos T0, T3, T4 y T5 mostraron un incremento, sin embargo los tratamientos T1 y T2 no presentaron diferencias del segundo análisis.

Anexo 12: Nitrógeno en el suelo

Grafico 21: Porcentaje de nitrógeno total del suelo en todos los tratamientos



Fuente: INIAP. 2013

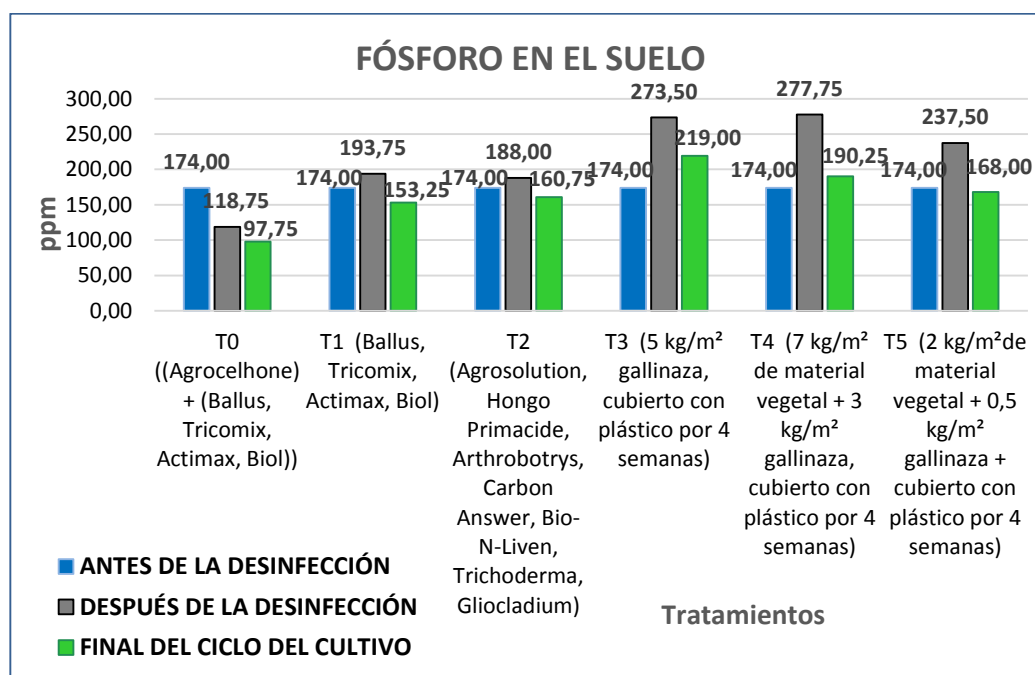
Antes de la desinfección, el suelo presentó un promedio de 0.11% de nitrógeno total en todos los tratamientos; después de la desinfección los tratamientos T0, T1 y T2 presentaron un promedio de 0.14%, mientras que en

los tratamientos T3, T4 y T5 mostraron un promedio de 0.19%. Al final del ciclo del cultivo el nitrógeno tuvo un incremento en todos los tratamientos.

Anexo 13: Fósforo en el suelo (ppm)

Para el análisis de fósforo (ppm) el INIAP utilizó la metodología de olsen modificado.

Grafico 22: Promedio de fósforo en el suelo



Fuente: INIAP. 2013

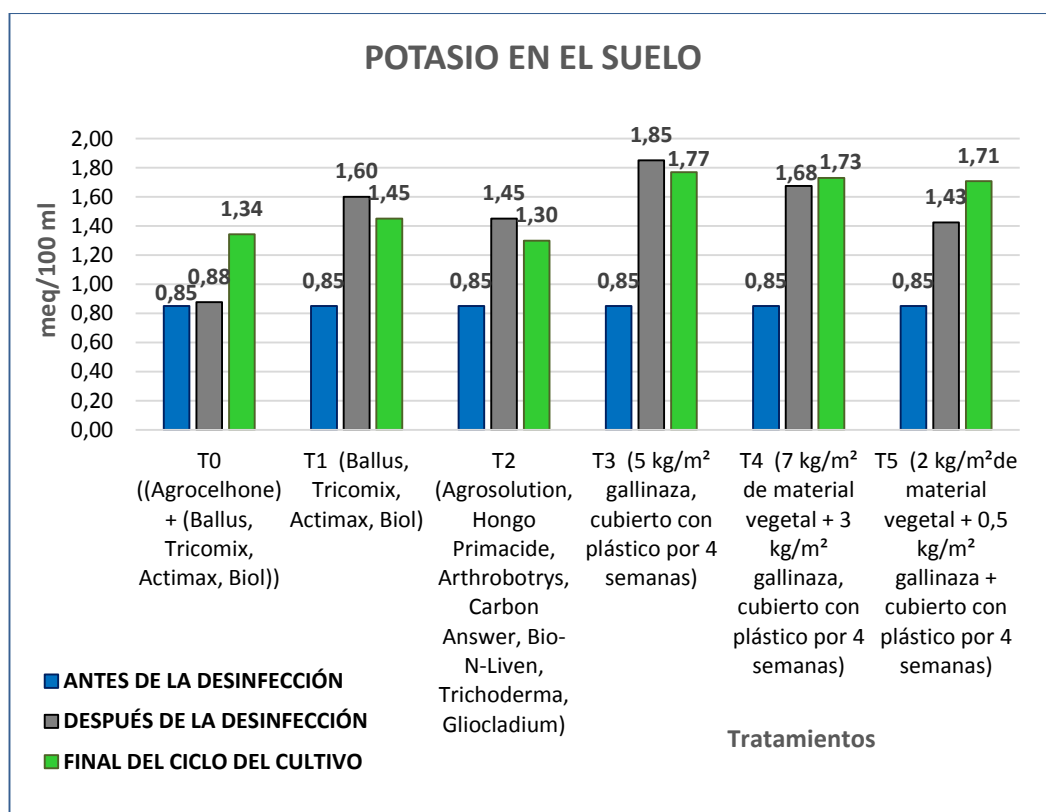
Realizado el análisis antes de la desinfección el suelo presentó un promedio de 174 ppm en todos tratamientos; después de la desinfección el tratamiento T0 presentó un decrecimiento con 118.75 ppm, mientras que el resto de los tratamientos mostraron un incremento sobresaliendo los tratamientos T3, T4 y T5 aplicado la biosolarización con 273.50; 277.75 y 237.50 ppm

respectivamente. Al final del ciclo del cultivo todos los tratamientos mostraron un decrecimiento con respecto al segundo análisis.

Anexo 14: Potasio en el suelo

Para el análisis de potasio (ppm) el INIAP se utilizó la metodología de Olsen modificado.

Grafico 23: Promedio de potasio en el suelo (meq/100ml)



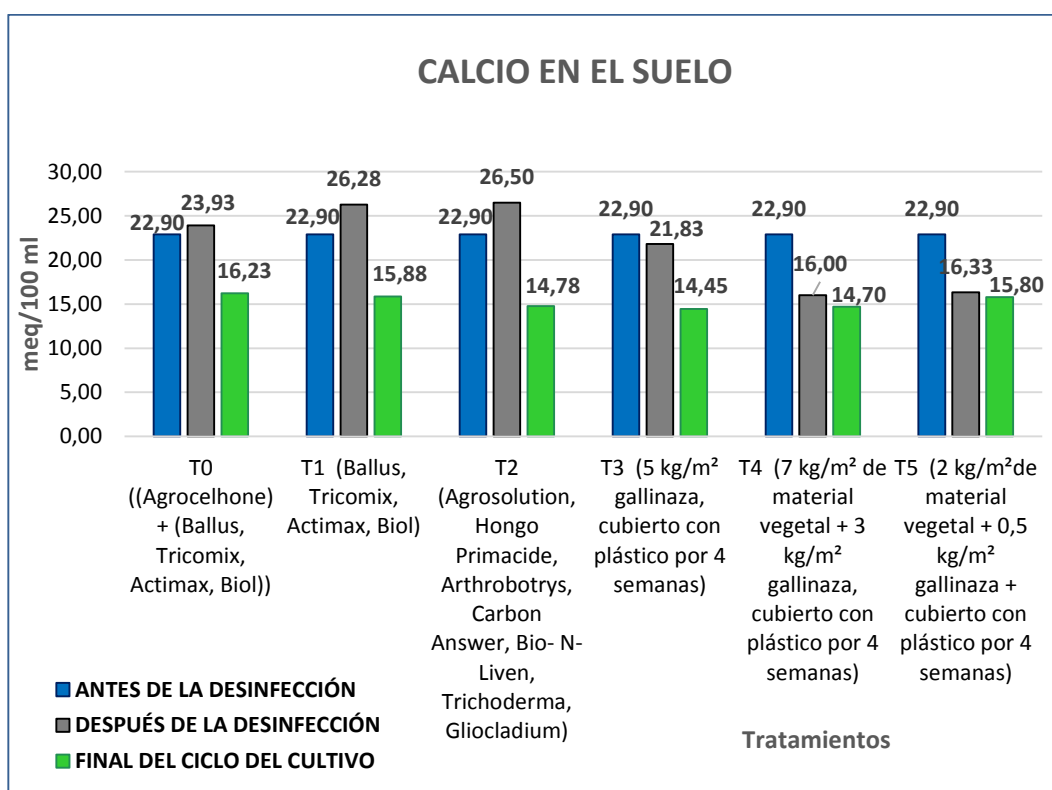
Fuente: INIAP. 2013

Realizado el análisis antes de la desinfección, el suelo presentó un promedio de 0.85 meq/100ml en todos los tratamientos, sin embargo después de la desinfección, el tratamiento T0 con 0.88 meq/100ml no mostro diferencia con

respecto al primer análisis, mientras que los tratamientos: T1, T2, T3, T4 y T5 presentaron un incremento. Al final del ciclo del cultivo todos los tratamientos mostraron un leve decrecimiento.

Anexo 15: Calcio en el suelo

Grafico 24: Calcio en el suelo

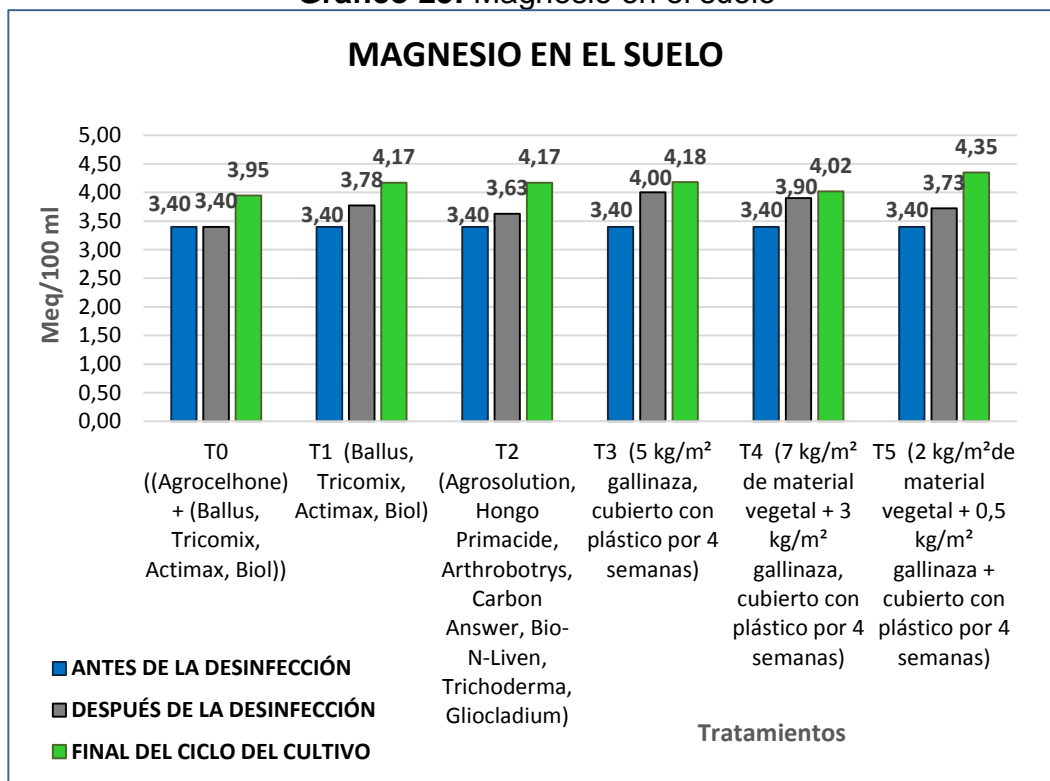


Fuente: INIAP. (2013)

Antes de la desinfección, el suelo mostró un promedio de 22.90 meq/100ml en todos los tratamientos; después de la desinfección los tratamientos T0, T1 y T2 tuvieron una tendencia a subir, mientras que los tratamientos restantes (T3, T4 y T5) sufrieron un leve decrecimiento con respecto al segundo análisis.

Anexo 16: Magnesio en el suelo

Grafico 25: Magnesio en el suelo



Fuente: INIAP. (2013)

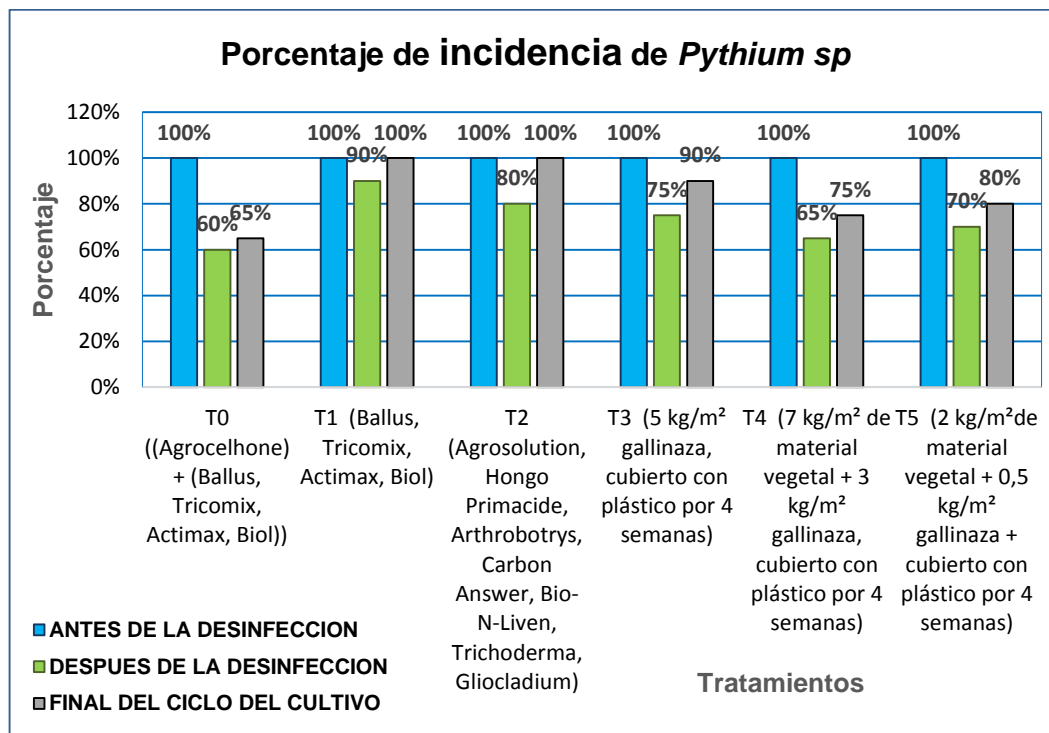
El magnesio en el suelo antes de la desinfección, presentó un promedio de 3.40 meq/100ml en todos los tratamientos. Sin embargo después de la desinfección el tratamiento T0 se mantuvo con 3.40 meq/100ml, mientras que el resto de los tratamientos tuvieron una tendencia a subir. Al final del ciclo del cultivo todos los tratamientos mostraron un crecimiento.

Anexo 17: Análisis de Oomycetes

Los resultados del análisis de Oomycetes están expresados en presencia o ausencia de *Pythium sp* y *Phytophthora sp*.

Anexo 18: Porcentaje de incidencia de *Pythium sp*

Grafico 26: Porcentaje de incidencia de *Pythium sp*

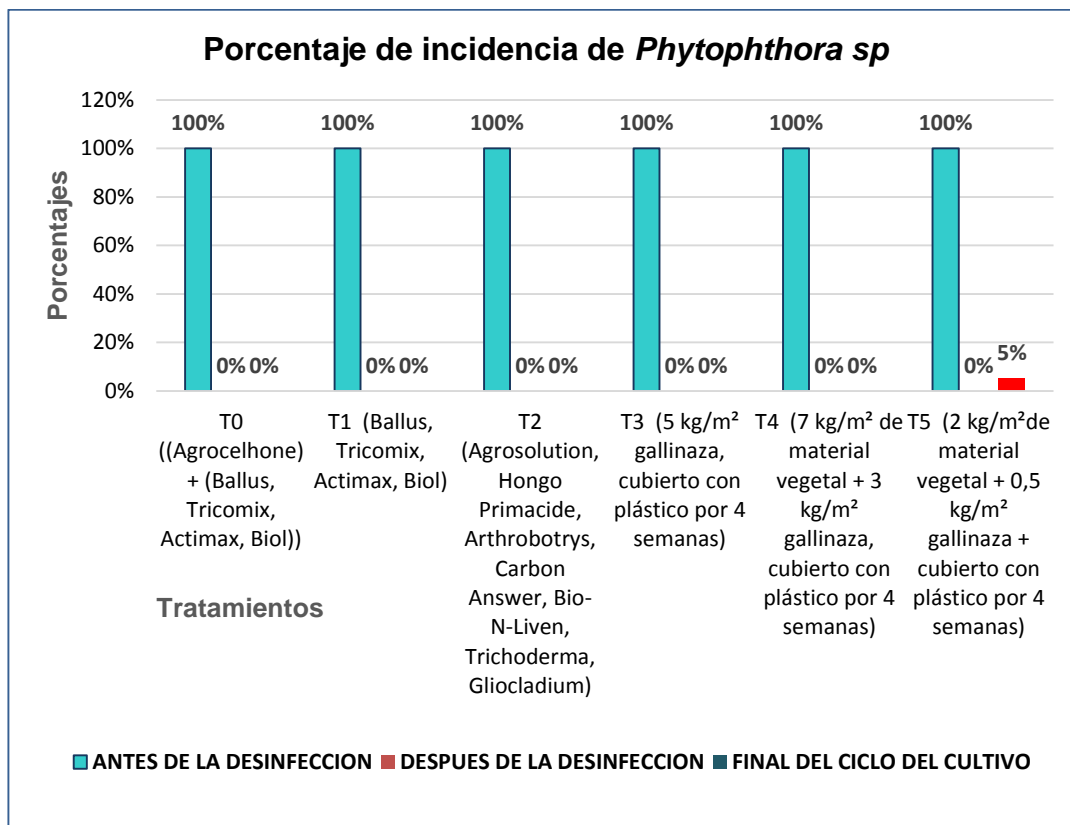


Fuente: Agroinnovación. (2013)

Realizado el análisis antes de la desinfección, el suelo presentó un promedio de 100% en todos los tratamientos; mientras que después de la desinfección todos los tratamientos mostraron una incidencia menor, sin embargo al final del ciclo del cultivo todos los tratamientos presentaron un crecimiento sobresaliendo los tratamientos T1 y T2 con el 100%.

Anexo 19: Porcentaje de incidencia de *Phytophthora sp*

Grafico 27: Porcentaje de incidencia de *Phytophthora sp*



Fuente: Agroinnovación. (2013)

La incidencia de *Phytophthora sp* antes de la desinfección presentó un 100% en todos los tratamientos, mientras que después de la desinfección sucedió lo contrario no hubo presencia de *Phytophthora sp* en ningún tratamiento. Sin embargo al final del ciclo del cultivo el T5 fue el único que presentó una incidencia del 5%.



Anexo 20: Análisis nematológico del suelo

Los resultados del análisis nematológico de los suelos están expresados en número de individuos por 100 cc de suelo. Antes de la desinfección, el suelo presentó un total de 421 nematodos y están clasificados según su patogenicidad como se puede observar en el siguiente cuadro.

Cuadro 26: Total de nematodos antes de la desinfección

Género	Población	Patogenicidad
<i>Meloidogyne sp</i>	45	Fuerte
<i>Criconemoides sp</i>	62	Débil
<i>Hemicicliophora sp</i>	22	Débil
<i>Aphelenchus sp</i>	15	Débil
<i>Tylenchus sp</i>	45	Débil
<i>Nacobbus aberrans sp</i>	10	Fuerte
<i>Dorylaimus sp</i>	4	Débil
<i>Rhabditis sp</i>	218	Saprófito

Fuente: Agroinnovación. (2013)

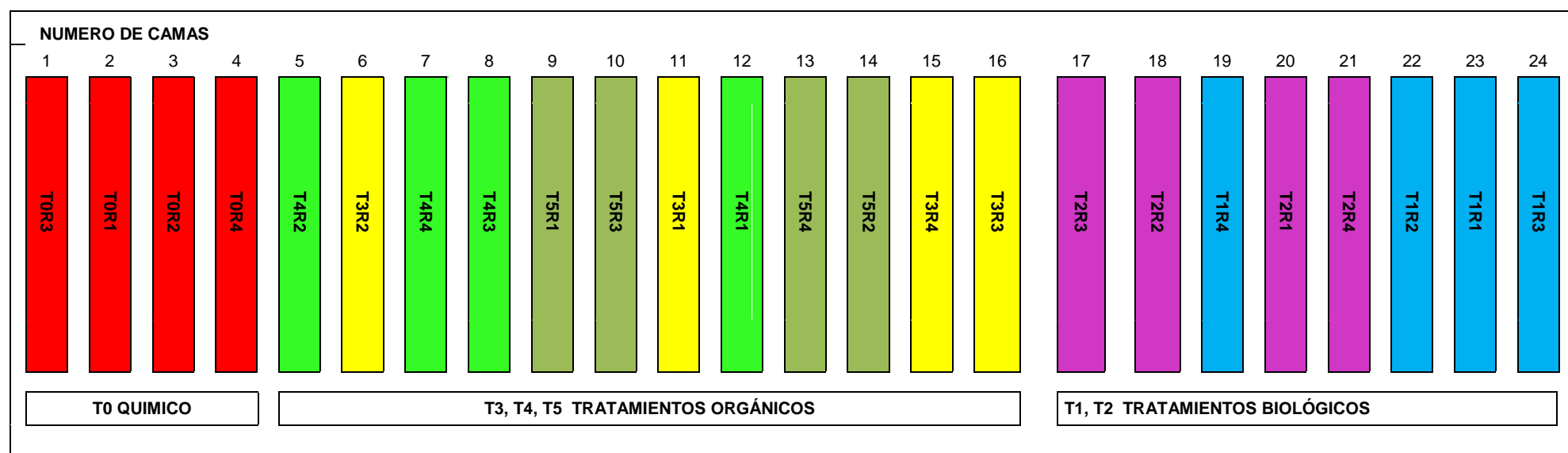
Anexo 21: Análisis nematológico de agua de riego

Los resultados nematológico de agua de riego esta expresado en número de individuo por 1 litro de agua. Realizado el análisis de agua de riego hubo presencia de un nematodo *Tylenchus sp*, considerado de patogenicidad débil.



Anexo 22: Diseño de campo

Grafico 28: Croquis de los tratamientos



T0 = ((Agrocelhone) + (Ballus, Tricomix, Actimax, Biol))

T1 = (Ballus, Tricomix, Actimax, Biol)

T2 = (Agrosolution, Hongo Primacide, *Arthrobotrys*, Carbon Answer, Bio- N-Liven, *Trichoderma*, *Gliocladium*)

T3 = 5 kg/m² de gallinaza

T4 = 7 kg/m² de material vegetal + 3 kg/m² de gallinaza

T5 = 2 kg/m² de material vegetal + 0.5 kg/m² de gallinaza

